

ESPECTACUL
DE LA
NATURALEZA

500 mg. de Oxid. de
Zinc + 50 mg. de
3-457

A
3-457

TOMOS MAL COLOCADOS
RC

ESPECTACULO
DE LA

NATURALEZA,
O CONVERSACIONES

A CERCA DE LAS PARTICULARIDADES
DE LA HISTORIA NATURAL,
QUE HAN PARECIDO MAS A PROPOSITO
para exercitar una curiosidad util, y formarles la razon
à los Jovenes Lectores,

PARTE QUINTA,
QUE CONTIENE LO QUE MIRA AL HOMBRE,
considerado en si mismo.

Escrito en el Idioma Francès
POR EL ABAD M. PLUCHE,
Y traducido al Castellano

POR EL P. ESTEVAN DE TERREROS Y PANDO,
*Maeistro de Mathematicas en el Real Seminario de Nobles
de la Compañia de Jevs de esta Corte.*

DEDICADO
AL REYNA NUESTRA SEÑORA
DOÑA MARIA BARBARA
PRIMO DECIMO.

EN MADRID En la Oficina de D. GABRIEL RAMIREZ,
Criado de Reyna Viuda N. Señora, Calle de Atocha, frente de
Trinidad Calzada. Año de 1754.

TOMOS MAL COLOCADOS

RC

(1)
ESPECTACULO
DE LA
NATURALEZA,
O CONVERSACIONES

A CERCA DE LAS PARTICULARIDADES
DE LA HISTORIA NATURAL,
QUE HAN PARECIDO MAS A PROPOSITO
para exercitar una curiosidad util, y formarles la razon
à los Jovenes Lectores,

PARTE QUINTA,
QUE CONTIENE LO QUE MIRA AL HOMBRE,
considerado en si mismo.

Escrito en el Idioma Francès

POR EL ABAD M. PLUCHE,

Y traducido al Castellano

POR EL P. ESTEVAN DE TERREROS Y PANDO,
*Muestro de Mathematicas en el Real Seminario de Nobles
de la Compañia de Jesus de esta Corte.*

DEDICADO

A LA REYNA NUESTRA SEÑORA
DOÑA MARIA BARBARA

TOMO DECIMO.

EN MADRID: En la Oficina de D. GABRIEL RAMIREZ,
Criado de la Reyna Viuda N. Señora, Calle de Atocha, frente de
la Trinidad Calzada. Año de 1754.

FEE DE ERRATAS.

P Ag. 237. lin. 2. una, lee *un*.

Con esta errata corresponde bien à su original el Tomo X. del *Espectáculo de la Naturaleza*, escrito en Francès por el Abad Pluche, y traducido al Español por el P. Estevan de Terreros y Pando, de la Compañia de Jevs, Maestro de Mathematicas del Real Seminario de Nobles de esta Corte. Madrid diez y seis de Agosto de 1754.

Lic. D. Manuel Licardo
de Rivera,

Correçtor General por su Magestad.

T A S S A :

DON Joseph Antonio de Yarza, Secretario de el Rey nuestro Señor, su Escribano de Càmara mas antiguo, y de Gobierno del Consèjo: Certifico, que habiendose visto por los Señores de el, el Tomo X. de la Obra intitulada : *Espectáculo de la Naturaleza*, traducido del Idioma Francès al Castellano por el P. Estevan de Terreros y Pando, de la Compañia de Jevs, en su Colègio de Nobles de esta Corte, que con licencia de dichos Señores, concedida al susodicho, ha sido impresso, tafaron à catorce maravedis cada pliego, y dicho Tomo parece tiene quarenta y siete, sin principios, ni tablas, que à este respecto importa, incluidas las lãminas, seiscientos y cinquenta y ocho maravedis, y al dicho precio, y no mas mandaron se venda, y que esta Certificacion se ponga al principio de cada Tomo, para que se sepa el à que se ha de vender. Y para que conste, lo firmè en Madrid à veinte y tres de Agosto de mil setecientos cinquenta y quatro.

D. Joseph Antonio de Yarza.



En el primer Tomo van puestas las Aprobaciones, el Privilegio de su Magestad à la letra, la Licencia del Ordinario, y de la Compañia; y asimismo se ha obtenido nueva Licencia para continuar la impresion de esta Obra.

TABLA DE LAS CONVERSACIONES contenidas en este Tomo decimo.

Conversacion I. La Gnomonica. Pag. 1
 Conversacion II. Las fuerzas motrices. 69.
 Conversacion III. Los Molinos de trigo. 148.
 Conversacion IV. La Optica. 201.

ESPEC-



ESPECTACULO DE LA NATURALEZA.

PARTE V. TOMO X.

EN QUE SE CONTINUAN LAS Ciencias prácticas.

CONVERSACION PRIMERA:

LA GNOMONICA (**).



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 parece Magia,

Tom. X.

A

descu-

(**) Ciencia, que enséña à formar Reloxes de Sol.

descubriendo con la mayor precisión, y certidumbre, à veces sin salir de su morada, la extensión de lugares absolutamente inaccesibles, y la distancia de los astros mismos: passa mucho mas adelante, y ha hallado además de esto el medio de sujetar à su conocimiento, y aun 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 antelación de tiempo en què punto llegará à este, 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 idas, y vueltas periodicas, ha sido el de observar los caminos de la sombra, que contrahace à la luz todos los passos: y ayudandose de una, y otra, ha arreglado los tiempos hasta venir à determinar todos los instantes por el orden, y respeto, que dicen con aquel punto en que se debe hallar el Sol en cada momento, yà sea segun la revolucion diaria, ò yà 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 acontecimientos passados, y le dirige el acierto de sus proyectos para todos los venideros.

La

La sombra ha servido mas que todo para descubrir los progressos 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. Yà 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, yà mas, yà menos rayos reflexos: con que la sombra, como se nos representa, es una luz diminuta, que se aumenta, y fortifica à proporcion, que lo executa la luz, que en aquella parte se reflexiona. Puedese considerar la massa de la luz, que se estiende desde el Astro hasta el cuerpo, que se le opone, y la massa 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 dan vueltas sobre el cuerpo, que le ocasiona, como sobre un punto de apòyo, ò exe en que estrivan; y la parte, ò massa sombría parece à uno de los dos brazos del timón de un torno, moviendose siempre al contrario de la massa, ò corte de ayre luminoso: de fuerte, que por

Primer fundamento de la Gnomonica.

Exposición de la Gnomonica.

(*) Tomo VII. Conversacion à cerca de la sombra.

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 Gnomonica. Esta hermosa Arte, que consiste en representar los circulos de la esphèra, 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) tomò su nombre de la palabra Gnomon, que significa igualmente indice, ò esquadra. Què proporcion hay, pues, de este instrumento con dos brazos, ò reglas unidas en angulo recto, y lo que nos indica la sombra? Empleòse 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 què llegaba el vertice de la sombra.

No se contentaron los hombres con dirigir à un plano la sombra de una punta, pyramide, ò vola, que se terminasse en cierto sustentaculo opuesto al Sol. Passaron mas adelante, y presentaron 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 pudiesen combinar, formando una exacta pintura de las vueltas, y gyros de la luz con lineas (mas à proposito que un punto) para discernirlo todo con la posicion de la sombra, que disputa, y alterca, oponiendose à la luz.

En fin se hallò tambien otro modo, siendo en este assunto el tercero, para expresar el descenso, y camino de un rayo de luz. Fuè, pues, hacerle passar al través de una massa sombría à fin de conocer mas claramente el resplandor, y situacion de el punto luminoso, que la atravesaba, al verle cercado de sombra.

El segundo fundamento de la Gnomonica es una observacion, 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 vola, ò la punta, en cuyo circuito se observa la revolucion del Sol, como si toda la tierra estuviera reducida à este punto. De aquí se sigue, que la imagen 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.

Como segunda consecuencia del mismo prin-

principio, si observamos la revolucion diaria del Sol al rededor de una varita de hierro, colocada paralelamente con el exe de la tierra, verèmos, 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 corresponderà con toda fidelidad à la revolucion del Sol: porque aun que 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 lejania del Sol, y el camino de la sombra, que se ha proyectado, es la pintura exacta del camino, que lleva el Sol.

Muchos Philosophos se persuaden à que se hallan convencidos con multitud de exactas 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 si misma. Tan lejos la juzgan de estar en el centro immobile de un movimiento, cuya inmensidad es espantosa, y cuya rapidèz excede toda verosimilitud. Estos mis-

mos Sábios aseguran, que quedan mas movidos, y llenos de agradecimiento al ver que transfiriendo à la tierra las revoluciones, que la vista atribuye al Cielo, reconocen claramente, quanto se complace Dios en el hombre, para cuyo favor, y servicio se arreglaron estas apariencias, como si todas las cosas ordenassen sus caminos, y movimientos por el solo: pues no hay duda, que real, y verdaderamente el hombre solo es como el centro de todo quanto se observa, y passa en su globo.

No tenemos aqui necesidad alguna de examinar, 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 traher la bugia al rededor del candelero, ò el candelero al rededor de la bugia; el efecto serà el mismo, y aqui nos basta, para que fixemos el *sythèma* de los ojos.

Tampoco tenemos necesidad para instruirnos de la vuelta, que dà la luz, con su yvenida, y ausència, 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 orden

(**) Italiano, CHERIDONE, aunque la traduccion citada dice LUMIERA. Lat. PLUTEUS. Vease Antonin. Dic. tom. 2, L. G.

den de nuestros dias. Nada nos determina à saber con entera precision, quando 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 passa el Sol por la linea, que se concibe passar por nuestro Zenit 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, 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 tirò 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 levantado sobre la meridiana, con solo cubrirla, y unirse la sombra

La meridiana-
434.

bra con ella, que el Sol, y el hombre se hallan yà en la mitad de su tarca.

No era pequeña ventaja el poder representar un circulo con sola una linea recta, de modo, que esta representacion fuese, como lo era, exacta. La razon es, porque la meridiana es propriamente el mismo passo de el Meridiano, considerado como un plano sòlido, que passa, 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 caiga à plomo, una tabla redonda por la superficie de un pilòn de cal muerta, se verà, que el sulco, que queda, retirada yà la tabla, es una linea recta: y si la tabla tuviere algun clavo asido, se verà al lado de la seccion recta el passo, y señal del clavo, porque no estaba en el mismo plano de la tabla. Este language es necesario entenderle bien. Para conseguirlo propondrèmos aqui un mètudo 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, ò otra qualquiera (*).

A B es un plano nivelado compuesto de una chambrana (**), y de dos montantes,

Fig. 3.

Tom. X.

B

(***) En la Astronomia se llama punto CULMINANTE, ò CULMINACION, por exemplo, de una Estrella, aquel punto en que passa por el Meridiano, ò quando està en él; y esto mismo se dice del Sol, ò de qual quier Astro.

(*) Vea se la meridiana horizontal, y vertical, tomo 7. de esta Obra.
(**) Esto es, de un aliento, basta, ò pié.

ò piès derechos. Hacese algo grueso para que no vacile, ò mude su asiento, quando yà se le ha puesto à plomo, y de una madera muy sólida para que no se hinche, ò im-mute con la inconstancia, ò humedad de el 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 paralelogramo perfecto: por debaxo del piè, ò chambrana, y por encima se tiran lineas diagonales (**) de un angulo à otro, para fazer con total certidumbre donde viene à dàr 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 basa, se hace un agujero exactamente 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 piès derechos, ò largueros de dos piès de altura con corta diferencia, y distantes uno de otro poco mas de medio piè.

Sobre el primer piè derecho se pone una plo-

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

(**) Así llaman los Facultativos à lo que afirman, ò clava una cosa hacia abaxo, sea de la materia que fuere.

plomada, ò perpendicular con su caja en que entre, y se introduzca.

Sobre este mismo primer piè derecho, sobre el segundo, y sobre la chambrana, por dentro, y por fuera domina igualmente por todas partes la linea fiducial, para tener con toda certidumbre el medio de todas las piezas. Hacia el cabo de la base sobre la linea fiducial està 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 piè derecho se habrá formado con un sierra en la linea fiducial una ligera muesca E.

El primer uso de este nivel 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 Galeria, ò el tablado, ò balcon, que se dispone para formar un quadrante en una pared.

Hacia el Solsticio de Estio (**) (si se puede) à fin de darle à la linea una posicion perfecta, por ser entonces las alturas de

Prácticas

obscuro y... B 2 el

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

el Sol sensiblemente las mismas en los puntos igualmente distantes del medio dia, escojase un dia claro hacia las 9, ò 10 de la mañana, y pongase el nivel, 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, coloquese el primer piè derecho, de modo, que estando à nivel entre el Sol, y el segundo piè derecho, arroje exactamente 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. Notese 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 señalese sobre el segundo piè derecho la altura de la sombra, y sobre la linea fiducial en F el medio puntualmente de el punto luminoso de la muesca E.

A la hora del dia, que queramos, pongase el primer piè derecho hacia el Sol, de modo, que cubra exactamente 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 acabò de sub-

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 piè 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 demás horas, con sus quartos, medias, y minutos correspondientes.

Hecha la observacion por la mañana, pongo por exemplo à las 10, esto es, dos horas antes de la mayor altura del Sol, ò del medio dia, acudase à hacer la segunda un poco antes de las dos, deselee vuelta sobre el pernio, ò quicio en que se mueve, colocandole hacia el Sol, que ha pasado yà de la parte oriental à la occidental, y luego que ordenando la posicion del nivel se viere al Sol arrojar poco à poco la sombra del primer piè derecho sobre el segundo, y el punto luminoso de la muesca con toda precision sobre los puntos notados por la mañana en el otro piè derecho, tenemos indubitablemente la misma distancia del medio dia, que tuvimos à las diez, y el Sol en la misma altura de nuestro horizonte: notese prontamente en las dos extremidades de la linea fiducial, que atraviesa la basa.

Quitele yá entonces el nivel, y tenemòs los dos puntos de mañana, y tarde: unanse por medio de dos lineas, y que se corten entre si, y despues (por la operacion 70) tirese una linea, que pafse à igual distancia de estos dos puntos, y si la operacion està bien hecha, passará (por la 66) por el punto de la interseccion: y esta linea es la meridiana que se busca. Para mayor seguridad reiterefe otro dia la operacion, y en lugar de las diez, y de las dos elijanfe las nueve, y las tres, u 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 antes de medio dia à varias horas el punto en que la sombra de un gnomonico entra justamente en la periferia de cada uno de los círculos, ò la toca, y por la tarde la hora en que sale, pues distando las señales, ò secciones hechas igualmente de el medio dia, tendémòs este, partiendo por medio la porcion de círculo, que hay entre las tales secciones; yá por medio de un quinto de círculo bien puesto, y rectificado, sabiendo el grado de ecliptica en que està el Sol, ar hallarle lo mas alto que pu de estar sobre nuestro horizonte, segun nuestra altura de Polo, teniendo puesto en el plano el gnomon nos dirá su sombra puntualmente la meridiana; ò yá de otros modos. Veanse Tofca, Dechales, Vvolito, Dicc. Math. tom. 2. pal. MERIDIENNE.

mos passar à una pared hecha à plomo, à la qual damos el nombre de plano vertical, para este transporte, ò passò 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 de el mismo plano sobre el vertical perpendicular al horizonte mismo. Con todo esto, no siempre es necesario tirar esta linea sobre el plano de la pared.

Lo que añadirémòs aquí à la operacion, que se ha dicho, nos dara la hora del medio dia con todas las demàs 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 allí con cuidado.

Si nuestra ideà fuè solo tener una meridiana à mano, y en nuestra casa para arreglar los pendulos, ò el Relox, despues de haberla sacado sobre el plano horizontal, y si es conducente, transportandola al vertical, se levanta allí un gnomon, ò estilo recto, ò obliquo, que arroje la sombra de su vertice, ò de la vola, que le termina sobre esta linea, al momento que el Sol llega al Meridiano, que divide cabalmente nuestro horizonte. Toda la igualdad de la posicion de este vertice, que es el unico 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 vertice en el plano del circulo meridiano, no caeria al medio dia sobre la meridiana, que es la interseccion del circulo meridiano sobre el vertical, que se propuso. Al contrario, el vertice de el estilo, y su sombra, ò el rayo luminoso, que le atraviesa, estaràn infaliblemente en el plano del circulo meridiano, si el vertice va à dar con su sombra, ò con la luz, que entre por algun agujero, que tenga hecho en medio, à algun espacio entre la meridiana, que està en el plano vertical, y una linea paralela, que està 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 de el tablado, fera paralela à la meridiana, tirada en la superficie vertical: y todo quanto haya entre estas paralelas està en el plano del circulo del meridiano: con que el vertice del gnomon se encontrará en él infaliblemente, si al guisar, 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.

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

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 Emispherio en los seis meses restantes: con que jamàs corta con su carrera al Meridiano, en un punto mismo, dos dias consecutivos; de donde es, que la sombra del vertice de el gnomon muda cada dia lugar segun su longitud en la meridiana; pero al medio dia cae indubitablemente sobre uno de los puntos de ella, ya mas alta, ò ya mas baxa; nunca la falta en esta hora: porque el Sol, à quien siempre està opuesta la sombra, se halla al medio dia en el plano de este circulo.

Llegando esta sombra à ponerse sobre la meridiana, nos advierte, que ya ha llegado el Sol à la mitad de su carrera; pero aún executa mas: 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, à lo largo de la misma meridiana, expressandolos con los caractères de los doce Signos del Zodiaco, ò con los nombres de los meses, y dias en que el Sol entra en estos Signos, y corre

Tom. X.

C

en

(**) Segun exactissimas, y modernas observaciones se ha hallado, que la suma de la distancia entre los dos Tropicos es de 46 grados, 56 minutos, 41 seg. y un quarto, con que la semisuma, ò distancia de la Equinocial al Tropico es de 23 grados, 28 min. 20 seg. y 5 octav. Acad. de las Cienc. año de 1738, y ultimas observ.

en ellos tal, ò tal grado. Siete puntos bastan para señalar su entrada en los doce Signos: los dos ultimos, ò los mas separados de el Equador se hallan en los dos Tropicos de Cancer, y Capricornio: por los otros cinco passa el Sol dos veces al año, una al ir hàcia el un Tropico, y otra al volver; y assi, firven para la colocacion de dos Signos, pues el punto del circulo de Meridiano, à donde llega el Sol quando passa por debaxo de las Estrellas de Aries, es el mismo, que toca tambien en el Meridiano al passar por debaxo de Libra. El punto de nuestro Meridiano, à que llega quando dexa à Geminis para entrar en Cancer, se halla en la misma declinacion, ò distancia del Equador, que el que vuelve à passar en nuestro Meridiano, quando dexa à Cancer para entrar en Leon: y esto mismo sucede en los demás puntos, y Signos proporcionados.

No se sigue de aquí, que haga el Sol estos progressos sobre el Meridiano: su camino todo entero es corriendo el circulo obliquo, que se sepára por uno, y otro lado $23\frac{1}{2}$ grados del Equador. De este modo en sus diferentes posiciones, y lugares, que và adquiriendo sobre la Ecliptica, es preciso, que en llegando con su revolucion diaria à nuestro Meridiano, passe por èl 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 12 casas de el Zodiaco.

Para tener el arco de 47 grados de Meridiano, que encierran las declinaciones del Sol, elegiremos una meridiana, tirada sobre un plano polar, ò paralelo al exe, y por configuente inclinado 49 grados sobre el horizonte de Paris (**), y exactamente opuesto al medio dia. Sobre esta meridiana, ò sobre la linea M, que la representa, elevese à angulos rectos la perpendicular E q, que representa al Equador, ò por mejor decir la interseccion del circulo de la Equinocial sobre este plano. Del punto en que esta linea toca la meridiana, tomese con un compàs à voluntad la distancia, ò la altura perpendicular del vertice del gnomon, ò estilo S: despues llevada esta altura à igual distancia de la meridiana sobre la linea equinocial E q, y con la misma abertura de compàs formese à discrecion desde S un arco de Meridiano E C: sobre este arco midanse, tanto hàcia la una,

Fig. 24

C 2

co-

(**) Algunos ponen menos, P. Buffier, geog. 8cc. En Madrid se ha de ser la inclinacion de este plano de 40 grados, poco mas: y assi, se deberá entender proporcionado à esta variacion, lo que se dice del horizonte de Paris.

como hacia la otra parte, 23 grados y medio para tener las declinaciones del Sol desde su entrada en Capricornio, hasta volver à Cancro; y al contrario, desde el punto C tarda 6 meses el Sol en llegar à E, y desde E tarda otros 6 meses en volver à C. El circulo, que corre, y divide en partes iguales, se estiende obliquamente, de modo, que sus dos puntos mas apartados del Equador passan en la revolucion diaria de la Esphèra por debaxo de los dos puntos E, y C del Meridiano. El Sol, pues, llega todos los dias à alguno de los puntos de este arco de 47 grados de Meridiano, segun los diversos progressos, que en los 12 diferentes Asterismos, que adornan, y se hallan en su circulo obliquo, son su orbita annual.

Para dàr una idea 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 circulo B, E, L, C, desde un punto tomado por centro à igual distancia de E, y de C, y dividirlo en doce partes iguales. Si los puntos de division, que se hallan mutuamente colocados à igual distancia del Equador, se unen por medio de lineas sordas, ò punteadas, y paralelas al Equador mismo, las lineas paralelas cortaràn el arco

arco E C en dos puntos mas distantes entre si hacia el Equador, y mas juntos hacia los Tropicos. Estos son los puntos de Meridiano por donde el Sol passa, y repassa, sin dexar su Ecliptica, siguiendo una derrota uniforme. Si llega, pues, à tocar en E (primer grado de Cancer) la sombra del gnomon S, caerà sobre la meridiana à 21 de Junio; y si en B llega à Aries, ò à Libra en L, la sombra caerà en E q à 21 de Marzo, ò à 23 de Septiembre: si el rayo del Sol viene de Capricornio C, à S, caerà la sombra sobre la meridiana à 22 de Diciembre. Y de aquí se entiende muy bien la proporcion, que observa en los demás puntos.

El pequeño circulo, que hemos formado, y estendido desde el punto del Solsticio de Invierno, al del Solsticio del Verano, abraza todo el intervalo, que atraviesa la Ecliptica: y como la Ecliptica està dividida en 12 casas, que el Sol ocupe lo superior, ò lo inferior de las lineas paralelas, que tiramos de un punto à otro, el efecto siempre es el mismo; el Sol en su revolucion diaria sube, y passa igualmente por los mismos puntos del circulo Meridiano.

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

mente 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 angulo recto con el Equador, se quiere formar sobre otro plano diverso, para el asunto es lo mismo, y todo indiferente. Las lineas tiradas del arco E C por S, irán desde aquí tomando, segun se prolongan, la direccion, que le conviene à cada una, y todas van à señalar en la linea meridiana el punto de su caída, ò la entrada del Sol en cada Signo.

Los Astronomos han adelantado la certidumbre, è infalibilidad de estos cálculos, hasta llegar à señalar sobre la meridiana, y aun à lo largo de las demás lineas horarias la posicion de la sombra, que corresponde cada dia à la situacion actual del Sol en el Zodiaco (**), de fuerte, que un quadrante, ò Relox de Sol puede venir à ser un Almanake perpetuo.

El Geometra se considera como colocado en el vertice 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 passa de un paralelo à otro. Los dias del Equinocio los mira llegar perpendicularmente al exe, que

(**) O en la Ecliptica, que es el camino del Sol, y va por medio del Zodiaco.

que atravieffa el punto central, que el Geometra mismo ocupa. Los vê venir obliquamente hàcia sí, y segun obliquidades diversas, à medida, que el Sol se halla en paralelos mas declinantes: el Geometra hace de estas lineas, que de un dia à otro señalen, y formen diversamente sobre el inmensidad de conos, en cuyo vertice se halla el mismo, y cuyas bases vé ordenadas, y dispuestas de paralelo en paralelo. Calcula la diferencia de todas estas lineas conicas, 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 Geometras 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 à esta multiplicidad de puntos, y lineas, que expresan en los quadrantes lo que yà sabemos: ignoramos la hora que es, y miramos el quadrante; sabemos como se hace allí la distribucion de las horas, y no nos metemos en mas.

En lugar de emplear la sombra del vertice del gnomon, ò un punto luminoso recibido por en medio de la sombra, y cuerpo opaco, yà sea de una casa, ò yà de una tabla,

Los quadrantes.

24 *Espectáculo de la Naturaleza.*
tabla, ò lamina taladrada, firmamos 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 circulo Meridiano, corta al medio dia la superficie opuesta con una linea de sombra, que se estiende à 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 confundiendo, è incorporandose mutuamente, forman una misma linea. En el punto de este exe, que se quiera, se puede colocar una volita, cuya sombra variará lugar todos los dias, como le varia el Sol, pero sin dexar al medio dia su linea. Con que à pesar de todas las declinaciones del Sol señalarà esta linea sombría invariablemente la hora del medio dia, estendiendose en cada uno de todos los del año à lo largo de la interseccion del plano del Meridiano, con el plano que se le presenta. Pero todos los circulos horarios, y esto es lo que principalmente es preciso notar, y entender bien, todos los circulos, que el Sol toca, y và cortando de hora en hora, son otros tantos Meridianos de diversos horizontes. Todos estos

Me-

Las Ciencias físicas. 25
Meridianos passan por el mismo exe, ò terrestre, ò representativo, pues aquí son una cosa misma, porque el exe de la tierra, y el exe de un quadrante se confunden entre 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 varia 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 allí à las mismas horas todos los dias, yà mas alto, à la verdad, y yà mas baxo; pero siempre en el plano de los mismos Meridianos. Con que tener sobre una superficie las intersecciones de los planos de los circulos 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 reciprocamente tener las proyecciones de la sombra del exe, que atraviesá todos estos planos de un lado à otro, es tener la interseccion de todos los planos horarios con el plano del quadrante. Tiradas, pues, yà en el estas lineas, pongase 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 facil hacer las intersecciones de 12, ò de 24 planos meridianos en una superficie, como dividir un círculo en 12, ò en 24 porciones iguales: así por consecuencia será del mismo modo facil 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. Comencémos delineando uno, que sea paralelo al Equador, y le llamaremos quadrante equinoccial. Tégase tirada una meridiana sobre alguna tabla, ò sobre qualquiera otra cosa, que nos parezca proporcionada: elevese allí 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 líneas desde el centro hasta los puntos de division, atraviesse la lámina con un gnomon recto, que salga perpendicularmente à una, y à otra parte: si hacemos corresponder la línea del medio dia de la lámina à la meridiana, sacada yá segun nuestro horizonte, y que la lámina equinoccial se eleve, de modo, que haga un ángulo

de 41 grados con el plano de la tabla, ò materia sobre que se havia sacado la meridiana, y que sirve de plano horizontal en Paris, está todo hecho, y el quadrante podrá servir todo el año. Pruebo: *no se*

Todo triangulo (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 triangulo: 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 aquí 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 Paris (**). Por otra parte estando el Equador por la misma construccion expuesto al medio dia verdadero, de modo, que la línea de las 12 viene à ser la meridiana, y la línea de las 6, que atraviesse à la misma meridiana, formando con ella ángulos *no se* *rectos*

(**) 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 hacia el verdadero Oriente, y hacia el verdadero Poniente; luego el Equador representativo está paralelo 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 cuadrante todo el Otoño, ò 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 hacia el tiempo del Equinoccio, y ocho hacia 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 de Estio, pues este es el tiempo, que gasta el Sol en correr el horizonte de Paris en estos tiempos (**).

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 brujula, ò aguja, de un

cir-

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

Fig. 3.

círculo equinoccial movable, de un quarto 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 brujula ayuda à hallar con corta diferencia la meridiana, quando no la tenemos sacada. El quarto de círculo sirve para poner el Equador movable, segun la altura de Polo, llevandole al complemento de ella, segun el lugar en que nos hallemos; 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. Tirase sobre esta lámina, ò plano la linea XII D, que será la meridiana, con quien convendrá quando se coloque, habiendola 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 angulo de 49 grados en la altura de Paris, esta linea imitará al exe de la tierra; sobre este exe en el punto g, tomado à voluntad, elevelse una

El quadrante horizontal.

Fig. 4.

(**) La traduccion Italiana omite aquí 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 angulo del exe con la meridiana, y el angulo 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 elevaràn en el plano del circulo meridiano; y todas tres lineas se pueden representar con un triangulo de hoja delata, 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 triangulo está en lugar de exe. Forma la linea gXII angulo recto con el exe PD, y este con la meridiana angulo de 49 grados, que ambos suman 139 grados, restan hasta 180, valor de los tres angulos, 41 grados, que son cabalmente los que debe tener el angulo del Equador con el horizonte de Paris. La linea, pues, gXII perpendicular al exe, y con la inclinacion de 41 grados al horizonte, es aquí el verdadero rayo del Equador. Y si quieremos concebir en donde estará la interseccion del circulo equinoccial, prolongado sobre este horizonte en esta plancha paralela al horizonte mismo, hallaremos la tal interseccion al piè del rayo gXII, y en la linea indefinida OS, que atraviesa perpendicularmente la meridiana, pues el plano del Equador corta en

angulos 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 sustentaculo, è imite la inclinacion, ò el rayo del Equador, se puede hacer, ò colocar este sustentaculo perpendicular al plano del quadrante: esto es indifferente.

Ahora concibamos el resto de las horas, como otros tantos circulos 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 que puntos de la OS llegaràn estas lineas, pongamos un Semi-equador llano, como CI2. sobre el horizonte, abriendo el compàs à la medida del rayo gXII, y dividamos este medio circulo en 12 horas, ò en 24, si se quieren tener las medias horas. Pongamos la linea 12 consecutiva, y como una con la meridiana XIID. Las lineas, ò tramites sombríos horarios 1, 2, 3, 4, 5 prolongados, llegaràn à la interseccion del Equador real OS, y en los puntos en que le corten se pondrán los numeros I, II, III, IV, V: del mismo modo se executará con las lineas sombrías 11, 10, 9, 8, y 7 puestas en el semicirculo de 15 en 15 grados, prolongadas

das 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 semicirculo, donde todas las horas, y todas las divisiones son iguales, y no sobre la linea O S, en donde (por la 71) tanto mas se separan entre si, quanto mas obliquamente caen sobre ella.

De este modo, levantado un triangulo de hoja de lata sobre la meridiana, con su vertice en g, ò un simple estilo, colocado perpendicularmente à la altura, y situacion de g, señalarà las horas con sola la sombra del vertice, encaminandola de un punto horario à otro por la equinoccial O S; à causa de estàr el tal vertice en el exe, en donde se cortan todos los circulos horarios; y los puntos de division, ò las horas sobre la equinoccial O S estàn en los planos de cada circulo 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 exacta oposicion; y el punto g esconde al Sol en el 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 exactitud comoda de una linea de sombra distinta de qualquiera otra, y una nueva prueba de la recitud de nuestra division horaria.

El exe P D, saliendo del plano horizontal en el punto D, està levantado al ayre en el plano del Meridiano, y la sombra de el exe constituyede de tal manera parte de este plano, que le representa quando el Sol llega à él. Es, pues, este tramite de sombra como una barrita movible, que dà vuelta al exe con perfecta oposicion al Sol, y quando este passa à otro circulo horario, indica aquella senda sombría el plano del circulo, que camina el Sol, ganando la parte opuesta à este Astro, y contrahaciendo sus passos. Para saber seguramente à donde irà 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 semicirculo puramente delineado, sino como si estuviera construido de materia sólida. Tomemosle por el punto C, y teniendo en el ayre, sin separar la linea 12 de la meridiana XII, apliquemos el punto C à g, entonces si el Sol està en nuestro Meridiano encima del punto C, el corte sombrío, y movible, no faltando de modo alguno del plano en que està el Sol, caerà so-

Tom. X.

E

bre

bre las XII del horizonte, del mismo modo, que cae sobre las 12 del Equador. Si el Sol passa 15 grados mas lejos hacia la parte occidental, la sombra del exe, como una barrita, ò lamina movable, se estenderà hacia 1 en el semicirculo, y llegará à I en el cuadrante horizontal; y en fin, continuará de 15 en 15 grados, cayendo sobre las otras lineas del Semi-equador, y estendiendose con la misma direccion, de modo, que encuentre los puntos del plano horizontal, en que las lineas se ven detenidas, y hasta donde están prolongadas. Pero este corte de sombra, dando vuelta como una lamina movable al rededor del exe, sale de todos los puntos de este: luego sale de el punto D como de todos los demàs: con que todos los circulos horarios, que representa, se cortan mutuamente en el punto D, y este punto, del qual sale el exe del cuadrante, viene à ser el centro de el cuadrante, y de las horas: no se trata yá pues, sino de tirar desde el punto D las lineas horarias, ò à los puntos horarios VII, VIII, IX, X, XI, XII, I, II, III, IV, V, y à medida, que el Sol arrojarà sus rayos de un lado del exe, la sombra caminarà necesariamente por detrás del exe à lo largo de las lineas opuestas.

Quando la sombra llegare à estar paralela à la linea C 6 de nuestro Semi-equador, esta-

Las Ciencias prácticas. 35
estará tambien paralela à la interseccion equinoccial OS, 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 dà vuelta al exe, y al centro D, se halla à las 6 perpendicular à nuestro circulo meridiano, y paralela à la interseccion del Equador, solo se necesita tirar sobre el centro D, por donde debe passar la sombra horaria una paralela à la OS, y esta paralela será la interseccion sobre el horizonte de la sombra horaria à las 6; pues representando la sombra el plano del circulo 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 OS: luego el lugar en que se debe tirar la linea de las 6, es al pié de el exe mismo, ò centro del cuadrante, ò en el concurso de todas las horas, y à angulos rectos sobre la meridiana.

Si el Sol está sobre el horizonte antes 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 allà de la linea,

que dà las 6, las que dàn 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 circulos horarios, se halla aun sobre nuestro horizonte, los circulos nuevos, que corre, son los mismos que los precedentes, aunque tomados al contrario. El plano de cada circulo horario, à donde el Sol llega, està la mitad iluminado, y la mitad sombrío: iluminado hasta el exe, y sombrío despues de èl. Así el Sol à las 6 de la mañana arroja la sombra del exe à la parte occidental; y 12 horas despues, arribando al mismo circulo, embia su luz à donde echaba la sombra à las 6 de la mañana; y la sombra del exe la encamina hacia la parte oriental. Y esto mismo sucede en las otras horas. Pero lo mas à que se puede entender, 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.

Para tener el cuadrante, ò Relox vertical en una pared, ò superficie exactamente opuesta al medio dia, es necesario clavar en la pared, ò plano, sobre la meridiana tirada ya en èl, un exe, que haga con el plano un angulo de suplemento de la altura de Polo, como de 41 grados para Paris (**). Estas medidas se toman con antelacion sobre el papel, tirando en èl la linea DP,

Quadrante
vertical.
Fig. 5.

DP, que forme con la meridiana DC angulo de 41 grados. Elevese despues sobre el exe DP desde un punto, tomado à discrecion como g, una perpendicular, que caerà sobre la meridiana en el punto que se notará XII: esta linea gXII hará configuientemente angulo de 49 grados, que es la distancia del Equador al Zenit de Paris, la qual es siempre igual à la altura de Polo sobre el horizonte del lugar de que se habla. Dividiendo el angulo recto, que forma la pared vertical, y à plomo con el horizonte en dos angulos agudos, uno de 49 grados del lado de la pared, y otro de 41 del lado del horizonte, la linea gXII es por configuiente paralela al Equador, y puede tomarse por el rayo del Equador. Con la abertura de compàs igual à este radio equinoccial formese, como se hizo en el cuadrante horizontal, un medio Equador, ò semicirculo C12, dividase en 12 partes iguales, notèmos la primera, y ultima con el número 6, ò llamèmosle linea de las 6, y la del medio serà de las 12. Pongase èsta unida con la meridiana XII, y despues prolonguense las demás lineas de las restantes divisiones, hasta que encuentren la OS perpendicular à la meridiana en XII, al mismo tiempo que passa por el piè del radio equinoccial gXII. Si se concibe el exe PD, como que sale de la pared, y que levan-

(**) Y cinquenta para Madrid.

levantando el Semi-equador lineal llevamos el centro C al punto g del exe, veremos, que la linea OS es la interseccion del Equador sobre el plano de la pared. Todos los circulos 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 està clavado en la pared. Una linea tirada por este punto D, y paralela à la seccion OS, representa la sombra movible, que dando vuelta al exe, corta en angulos rectos la meridiana: Vm. 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 angulo 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, paralelos à la pared, y que enfile todo su grueso. El cuadrante vertical, y exactamente 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 executarlos hasta el momento inmediato à las 6 de la tarde, en que yà cessa de bañar aquel plano con sus rayos. Puedense no obstante señalar las demás horas, que el Sol dà antes de las 6 de la mañana, y despues de las 6 de la tarde, trasladando à la superficie septentrional las mismas medidas, que dimos antes, 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.

Mudèmos de plano: tomèmos una pared, que mire exactamente por uno de sus lados al verdadero Oriente, y por el otro al verdadero Occidente. Esta pared està en el plano de nuestro Meridiano: el circulo horario meridiano, que passa por encima de nuestras cabezas, y el exe, que passa de una à otra parte de este circulo, sòn paralelos à nuestra pared, ò se miran como penetrados con su grueso. El exe del Mundo no forma angulo con el plano de esta pared. Si el exe no hiere la superficie de la tal pared, el cuadrante, que queremos formar en ella, no tiene centro, ò punto comun en que los circulos horarios se corten mutuamente: como, pues, podrèmos obligar à que se encamine à este plano la sombra del exe, laminita de sombra movible, que corresponde al Sol, trocando de circulo de 15 en 15 grados al rededor del exe?

Esto

Quadrante
septentrio-
nal.

Quadrante
oriental.

Esto se executará elevando sobre el quadrante una lámina de hoja de lata en forma de quadrilongo, que con su línea superior imite la posición del eje; ò si no introduciendo en la pared, y asegurando una estaca, ò sustentáculo, que sostenga en su extremidad una barrita de hierro paralela à la pared, y al eje del Mundo. La sombra, en este caso, dando vuelta, ò gyrando al rededor de este eje representativo en un sentido, y camino opuesto al que lleva el Sol, caerà 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 vâ subiendo. La sombra misma de este eje caerà 6 horas despues perpendicularmente à la proyección de la hora sexta, y paralela à la pared: con que no se podrá señalar en este quadrante la hora del medio dia, si yà 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 passe el medio dia, à dirigir su sombra à la pared. Todas estas proyecciones son necessariamente paralelas entre sí; pero, y quales son los espacios diversos con que se deben señalar? Todavía nos servirá tambien aquí de regla un Semi-equador por medio de la llegada, ò contacto de sus líneas ho-

horarias à una línea, que representa la intersección del Equador real sobre el plano.

Tírese una línea horizontal HO, y sobre el punto A, tomado à voluntad en esta línea, paralela al horizonte, formese el ángulo MAL igual à la altura de Polo en que nos hallamos. Continuarémos en tomar, por exemplo, 48 grados, y 50 minutos, ò simplemente 49 grados, que es la elevación de Polo sobre el horizonte de París (**). Si se tira, pues, por el punto A la línea EQ, que forma con la horizontal HO un ángulo igual à la elevación del Equador, ò con la AM, paralela al eje, un ángulo recto, estas tres líneas EAQ, MAC, OAH representarán las intersecciones del Equador, de el círculo de la hora sexta, y del horizonte con el Meridiano, que es la pared.

En los Reloxes precedentes no hemos hablado de la línea substilar, que passa por el piè de un estilo, ò gnomon recto, perpendicular al plano del quadrante, sea para señalar la sombra de su vertice, ò sea para sostener el eje. Esta substilar hasta aquí 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 inclinada 49 grados encima de la horizontal,

Tom. X. F co,

(**) O quarenta en el horizonte de Madrid,

coloquefe una lámina de figura paralelograma, para notar la sombra de fu línea superior, ò elevefe un eftilo recto para tener la sombra de fu vertice, ò una eftaquilla recta, que sostenga una varita de hierro paralela al exe del Mundo. La razon de elegir este punto A por piè del eftilo, y de la línea M A C para formar la substilar, està fundada en el aspecto del Sol.

A la hora sexta, quando los rayos del Sol rasantes del plano del Equador, y paralelos à èl, forman un angulo recto con nuestro Meridiano, hacen tambien del mismo modo angulo recto con la pared oriental: luego enfila perpendicularmente al eftilo recto, ò à 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 eftilo recto, y paralela al exe, echarà à las 6 su sombra sobre la línea M A C, ordenada segun el exe del Mundo. Esta línea de sombra serà la mas corta de quantas puedan caer en el plano por ser perpendicular à èl: dando despues vuelta, como una lámina movable, al rededor del exe representativo, se irà prolongando à la medida, que vaya siendo mas obliqua, y caerà à lo largo del plano, terminandose en èl con una línea paralela siempre à la proyeccion precedente de la sombra.

Para

Para saber quanta debe ser la altura de la estaca, ò sustentáculo, que mantenga la varilla de hierro paralela al exe, ò la altura de una lámina, ò de un gnomon; y para determinar los espacios de las horas, emplearèmos tambien una porcion de Equador, formandola desde luego sobre el plano en la superficie del cuadrante.

Tomese la longitud A C à voluntad, despues con esta longitud, como radio, y desde C, como centro, describafese el arco A S de 90 grados: dividafese esta quarta parte de Equador en seis partes iguales, y por los puntos de division tirense sobre la seccion equinoccial E Q las líneas C B, C F, C G, C N, C Q: despues por los puntos B, F, G, N, Q, tirense paralelas à M C, ò, lo que es lo mismo, perpendiculares à la equinoccial E Q: y estas seràn otras tantas líneas horarias desde las 6 de la mañana hasta las 11.

Con semejante operacion se tendràn las líneas 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 rebès, darà las horas occidentales con sola la diferencia de que la cifra XI se trocarà en la I despues de el medio dia, y las X en II, y así las restantes.

Para tener las horas, que preceden à las

6 de la mañana, y las que se figuen à las 6 de la tarde, no es necesario sino proseguir el arco descripto, y tomar en la continuacion de èl otras tantas veces 15 grados, quantas el Sol dà horas antes de las 6 de la mañana, y despues de las 6 de la tarde: para esto tirense dos lineas desde C à las dos divisiones D, E, y por estas dos divisiones las paralelas à M A C.

Imaginemos ahora, que el arco CPAS se endereza, y levanta perpendicularmente sobre el plano del cuadrante, quedando el centro C en el ayre, y siendo A el punto de el contacto sobre la seccion EQ: clavefe en el centro C un cabo del exe, ò de una barrita de hierro paralela à M A, la sombra de este exe, dando vuelta, tardarà ocho horas en correr el arco PAS. Las paralelas, que passan por las divisiones de PAS, prolongadas hasta la seccion del Equador EQ sobre el plano del cuadrante, son las intersecciones necessarias, ò las diversas caídas, y señales, que harà 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 atraviesse por el vertice del estilo para hacerlo todo mas sensible, se puede qualquiera servir de un gnomon recto (cuyo vertice serà solamente el que señale) ò de una lamina de hoja de

de lata, que con su linea superior indique la hora. Lo que se necessita es, que la estaca, que sustenta al exe de hierro, ò el simple estilo recto, ò el paralelogramo de hoja de lata, sea de la altura de C A radio de el Equador, que lo arreglò todo.

El Relox, ò cuadrante polar, esto es, aquel, cuya superficie es paralela al exe, prolongando sus dos extremidades hàcia 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 atraviesse, 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 èl, la sombra mas corta: pues (por la 71) es perpendicular al plano, por passar el Sol por encima de èl directamente. Pero en las demàs horas se irà prolongando mas, y mas de una, y otra parte la sombra à proporcion de su obliquidad, y cessarà de señalar la hora à las 6 de la tarde, y volverà à señalarla poco despues de las 6 de la mañana, porque la sombra, que arroja 6 horas antes, ò despues del medio dia, es paralela al plano, con que no le encuentra mas. Yà sea que se forme este cuadrante con un exe paralelo

Relox pol
lar.

al exe del Mundo, colocandole, y suspen-
diendole en el vertice de un estilo recto; yã
sea que se eleve sobre la meridiana una lâmina
en forma de quadrilongo, ò yã que solo se
le quiera poner un estilo recto para que se-
ñale con su vertice las horas, es necessario,
que la estaca, que sostiene al exe, lâmina,
ò estilo sean de la misma altura que el ra-
dio, que haya servido para dividir, como
yã diximos, las horas sobre una interseccion
equinoccial, que corte perpendicularmente la
meridiana al pie del gnomon. Un Semi-equador,
delineado ligeramente sin ahondar en
el plano del quadrante, con cinco divisiones
de cada lado de la meridiana darã todas las
horas posibles en el plano del quadrante, y
los puntos por donde se han de tirar las li-
neas paralelas à la meridiana.

Los quadrantes de que hasta aqui hemos
hablado, son simples, y regulares por la igual-
dad, y rectitud de su aspecto hacia ciertas
partes del Mundo. La regularidad, y corres-
pondencia del plano del Relox à determina-
dos circulos de la Esphera, ayuda en esta es-
pecie de quadrantes à hallar facilmente la pro-
yeccion de la sombra. Pero si las superficies
donde se pide un quadrante, declina; esto
es, se aparta de esta correspondencia, è igual-
dad de aspectos, haciendo angulos agudos de
una parte, y obtusos de otra con la meri-
dia-

diana, ò con otros circulos, las reglas se va-
rian entonces, como se varian las posiciones,
y no en corto numero à la verdad. Estas reg-
las se han tratado muy sabiamente por los
Padres Clavio, y Dechales, y asimismo en
las gnomonicas modernas de M. Desparcieux,
y M. Ribard. Todos los casos, que se pue-
den ofrecer, se ven prevenidos en estas obras,
y todas las declinaciones, que convienen à los
tales casos, se hallan determinadas por me-
dio del cálculo trigonometrico.

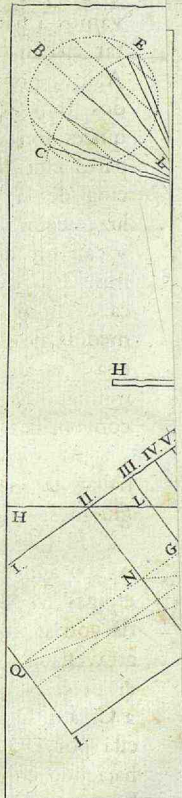
No habiendole dado à Vm. hasta ahora
sino una ligera tintura, y uno como diseño
del mètodo de los Geometras, porque la his-
toria del origen de las artes, y de las pri-
meras acciones prácticas, que el entendimien-
to del hombre ha dado à luz, me obligaban à
esto, no debo passar los limites, que me he
puesto, ni proponerle à Vm. al presente la deter-
minacion de los quadrantes para toda especie
de aspectos por medio de la comparacion,
y cálculo de senos, secantes, y tangen-
tes. Con todo esto, como la mayor parte de
las fachadas, y paredes, en que se puede de-
sear un Relox de Sol, son irregulares, y fa-
bricadas sin la mira, è intencion de levan-
tarles sus planos opuestos directamente à al-
guno de los puntos del Mundo, he ideado
suplir los cálculos con una màchina, que
abraza con poco trabajo casi todos los casos,
que

que se pueden ofrecer. Con la descripcion, que vamos à hacer, verà Vm. que se puede executar esta màchina, aun por un Carpintero de Aldea, poniendole debaxo de la direccion de dos Inspectores tan habiles, como exactos, quales son el nivèl, y el compàs. Por otra parte esta màchina 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 mecanica, sino Mathematica tambien; pues la medida de los movimientos, que se ven en ella, es tan Geometrica, como lo son las mismas lineas calculadas, demonstradas, y convencidas.

Al nivèl N, de que nos servimos para hallar la meridiana, añadanse las piezas siguientes.

El sustentante SS, ajustado en la cotana, ò agujero quadrado con los encages, y espigas MM de las quales una està afirmada con el tornillo superior VS, y la otra atravesada, ò calada en la parte inferior de el nivèl N con la segunda clavija, ò pitòn z C. En lo inferior del sustentante W, que està por esta parte cortado obliquamente, y haciendo con el horizonte un angulo igual à la elevacion del Equador, que aqui es de 41 grados, està colocado un semicirculo EQ,

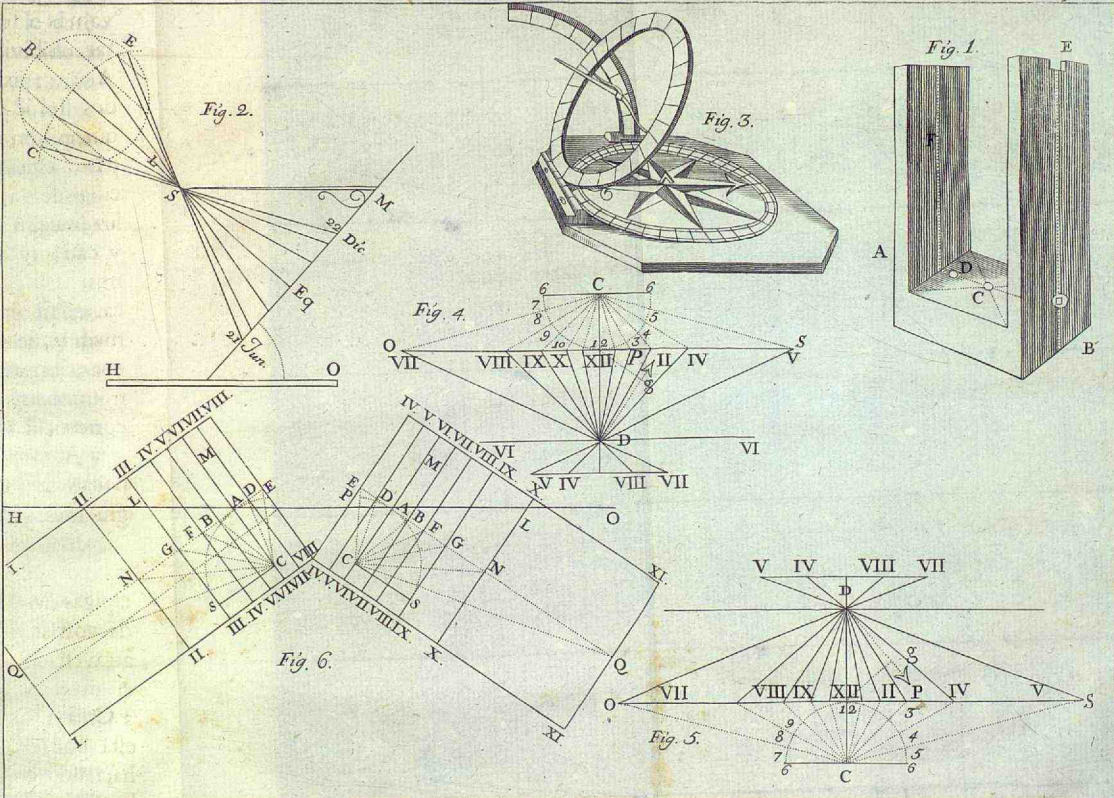
para-



Peris f. 1

Re
re
dec
ria

Machina ho
raria. Fig. 7.



Feña f^a

Los Quadrantes

paralelo 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 movable, las dará todas, mudandole: 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 susten- tante SS, ayudado de una tornapunta, y dirige su parte superior à la linea meridiana necesaria en la mayor parte de los quadran- tes. Sobre este exe rueda la plancha L, con su brazo, y encage B. Este brazo vuelve, y presenta su encage, proporcionado à cada diente del Equador, de modo, que se 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 paralelas 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 exactamente 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 esto ser llana por el lado , que entra en la lamina , y de modo , que la extremidad de la reglita caiga en la linea fiducial. Estas reglitas pueden tener , si son de madera , quatro , ò cinco lineas de grueso , de fuerte , que no se puedan caer ; pero serán mas à proposito si se hicieren 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 tramite luminoso del plano de un circulo 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 passa 15 grados mas adelante , la sombra , ò la plancha (que aquí son una cosa misma) se moverà al contrario del Sol otros 15 grados.

Si esta plancha , ò sombra movable se prolongasse hasta el plano de la pared , que se le presenta , y opone , cortaria la superficie de ella con una linea recta ; y con dos puntos solos , que tengamos de esta interseccion , tendrèmos la linea entera. (por la prop. 7) Pero introduciendo quanto se quiere 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 , tendrèmos yà 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 circulo paralelo à el , nuestra plancha , ò nuestra sombra , camina con la misma regularidad : las reglitas prolongan en todos los planos la proyeccion de la sombra , alargandose , ò hàcia la parte superior , ò hàcia 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 dà los dos puntos de todos los descensos de la sombra , tenemos por consiguiente las intersecciones de los planos de todos los circulos horarios , tomando siempre reglitas , ò mas largas , ò mas cortas , segun la irregularidad de lo proximas , ò lejanas , que se hallassen las paredes.

Esta màchina camina regularmente como el Sol de 15 en 15 grados , ò de 7 y $\frac{1}{2}$ en 7 y $\frac{1}{2}$. Quando el brazo , que representa al Sol , llega à las divisiones orientales de el Equador , el tramo de sombra vè à señalar fielmente en la parte occidental , y al con-

trario. En fin, del modo mismo que la accion del Sol es invariable, è independiente de los caprichos, y extravagancias de los aspectos, que se le presentan, y oponen, la accion de la màchina horaria sigue su constancia, y arroja sus sombras exactamente ordenadas sobre qualquier plano que sea. La diferencia, que experimentamos entre 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 làmina. 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 exacto de toda la operacion.

Esto se probarà con una breve induccion de los planos diversos, que vamos à presentarle à nuestra màchina horaria.

No es necesario apresto, ni màchina para delinear un plano equinoccial superior, ò inferior, pues uno, y otro se reduce solamente à la division de un circulo en 24 partes, con un exe, que se fixe, formando angulos rectos en el circulo inclinado como el Equador.

Para

Para formar un cuadrante horizontal, pongase el nivèl, y el exe A, bien asegurados sobre la linea meridiana, è introducidas las reglitas por los canales P, P, los puntos, que señalaren à la dieftra, y à la sinieftra del medio dia, ò de la meridiana, imitaràn todas las mutaciones de la plancha movable, y dividiràn el exe, que vendrà à ser de este modo el centro del cuadrante. No hay necesidad de buscar una linea equinoccial, pues la plancha, ò tramite de la sombra, quedando perpendicular de una, y otra parte à la meridiana, serà la linea de las 6. Para tener las 16 horas de los dias mayores, desprendase 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 ajustese así el encage B, y tendrémos de este modo las 16 horas, que buscamos.

Es el plano vertical, yà sea meridional, ò yà declinatorio à una parte, ò à otra? Pongase el nivèl, y los pitones, ò clavijas 1 c, 2 c, y el exe A sobre la meridiana horizontal, conduzcase la làmina, de modo, que quedando à determinada distancia de la meridiana, deteniendo el brazo B en las 12, corriendo paralelas al exe las reglitas, y subiendolas, iràn à buscar la pared, señalaràn en ella la meridiana, y despues todas las demás

demàs intersecciones, que fueren posibles en aquel plano. Si el plano corta à angulos rectos el Meridiano, las reglitas nos daràn quatro puntos, que formaràn la linea de las 6 perpendicular à la meridiana. Pero si la pared declina, por exemplo, del verdadero medio dia hàcia el Oriente, el exe de la màchina 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 vendrà à ser el determinativo de todas las lineas horarias. Pero aun sin buscar así el centro, se hallará de este modo: la plancha movable, dexada à su peso, y libertad, baxará hàcia el punto final de la meridiana del tablado, en que se facò, y con sus dos reglitas alargadas hàcia lo alto, ò transversalmente, indicará en la pared la verdadera meridiana del lugar, la qual cae à plomo del Zenit al horizonte.

El brazo B, llevado hàcia la una, ò hàcia las once, y sucesivamente à las demàs 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, dexaràn 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 vãn à parar todas à èl, en un mismo punto de me-

ridiana, 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 sustentàculo, à que llaman estylo, y que se puede poner recto en la linea, que representa la interseccion del circulo vertical conveniente al quadrante. Este quadrante en efecto se puede mirar como un horizonte diferente del nuestro. Quando la plancha movable se hallasse entre el plano de el quadrante, y el exe en frente del punto de Cielo, vertical al quadrante, la linea, que las reglitas, dirigidas por TT, nos daràn entonces, serà la substilar, en que se acostumbra poner el sustentàculo del exe. Esta linea, como Vm. vè, es la verdadera meridiana de el 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 angulo recto con la meridiana en el quadrante meridional sin declinacion, haga en el quadrante, que declina, un angulo agudo con la misma meridiana. Pero la màchina 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 el en la pared, en donde forman una linea perpendicular à la meridiana, y que passa por el centro mismo con que esta encuentra. Pero si la pared se acerca al exe por el un lado, y se aleja por el otro hacia Oriente, ò hacia Occidente, las reglitas, que figuen la inclinacion del exe, encuentran la pared por el lado que se acerca al exe, antes de llegar, ò ser prolongadas hasta el lado del centro. Como la reglita interior, ò vecina al exe no sube tanto como el, y aun todavia menos 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 angulo agudo: con que variando estos angulos otro tanto como varian las declinaciones de las paredes, ò planos, piden otros tantos cálculos, quantas declinaciones nuevas se encuentran. La accion de la màquina horaria es tan uniforme como lo es la de la esphèra 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 màquina el quadrante polar, y paralelo al exe. La caida perpendicular de la plancha movible dà la meridiana; y el lugar del estilo, y la distancia desde el exe hasta el plano del quadrante determina la altura del estilo

estilo mismo. La plancha, que ueda de 15 en 15 grados con las reglitas, mas, ò menos prolongadas en las canales transversales TT señala las lineas 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 perpendicularmente sobre el plano de este aspecto, señala en el la hora, que dà el Sol, esto es, seis horas: determina tambien el lugar del estilo: la distancia del exe, que trae la plancha, y de el plano, que esta mira verticalmente, es la medida de la altura, que debe tener el estilo. La misma plancha indica las nuevas lineas paralelas à la linea de las seis, à medida, que el Sol va mudando de circulo 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 pràctica, provienen perfectamente de la màchina horaria, y se delinèan con ella con la misma distribucion de horas, con la misma forma que reciben de las reglas de la Gnomonica, fundadas en la correspondencia de las sombras con las situaciones del Sol en la Esphèra, serà una prueba clara de que la màchina representa perfectamente los circulos de la Esphèra, y la proyeccion de las sombras.

El Globo.

En lugar del instrumento precedente se pueden coneguir los mismos fines, sirviendo de un Globo con un Semi-meridiano movable. Orientado este Globo, ò lo que es lo mismo, habiendole dado la posicion, que debe tener à su exe segun la altura de Polo de el lugar, y de modo, que quede paralelo al exe del Mundo, se puede gobernar el Semi-meridiano, de modo, que siga al Sol en todos sus caminos, y progressos de 15 en 15 grados contados en el equador: y el Semi-meridiano nos representará allí un nuevo circulo horario: y prolongando con precaucion el plano de cada circulo horario con unos hilitos bien extendidos, y tirantes, ò con reglas pequeñas bien afirmadas, ò de otra qualquiera manera hallarèmos los dos puntos de la proyeccion de la sombra, sea para cada hora, ò para cada media hora sobre todo plano.

Con-

Configuientemente este Semi-meridiano movable 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 de el Sol. Este quadrante tan simple, y sin composicion puede adornar un jardin con la belleza de su figura (**).

El anillo astronomico tiene algunos principios particulares: compone de dos circulos concentricos 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 execitos, ò goznes, que le mantienen asido al Meridiano, de modo, que le pueda cortar à angulos rectos, y quando se le pone en esta situacion encuentra dos descansos, y asientos, que le suspenden, sin que pueda passar mas adelante: quando no se quiere usar, halla en la otra parte otros dos asientos, en que se encaja de plano, quedando sin estorvo para entrar en su caxa, 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 fortija, que se conduce à la latitud del lugar sobre este Meridiano.

H 2

no:

El anillo astronomico.

(**) La traduccion Italiana omite todo esto, que pertenece al Globo, pasando desde la màchina horaria al anillo astronomico.

no: pues si la fortija, ò manecilla de suspension corre por el Meridiano dividido en grados hasta la distancia de los 49.º de el Equador, es claro, que la tal manecilla estará en el Zenit de París: con que desde la fortija, ò manecilla, al (*) Polo, restan solo 41 grados; pues hay 90 desde el Polo al Equador: luego el Equador de esta máquina estará entonces 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 Zenit al Equador. Para hallar siempre prompta 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 entre 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 astronomico un Relox, è instrumento universal.

Los dos Polos están señalados con dos goz-

(*) Veaſe la Converſacion à cerca del Globo, tom. 8.

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

(**) En un anillo astronomico, 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 circulo, colocado en un canal entre las dos caras, ò superficies del Meridiano.

goznezillos, que se afirman en el circulo meridiano, ò en las dos caxitas en que se ajusta, y baxa el circulo 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 *atraviessa diametralmente* el Equador puesto en su lugar, ò haciendo su oficio; porque el Equador cessa de obrar, quando se le dobla en la caja en que se ajusta, y en donde queda concentrico al Meridiano.

El exe està representado en este instrumento con una larga, y curiosa abertura, que atraviessa 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 exactamente entre 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 máquina en una misma linea, debe hallarse este punto de el Equador necesariamente iluminado al través de la sombra, que le realza, y dexa ver.

Para dirigir la fabrica del anillo astronomico, se forma en el papel un circulo, cuyo diametro sea igual à la abertura, que se

se juzga conveniente darle à la l  mina , 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 circulo , que est   sealado como por diametro de esta abertura , representa la ecliptica con sus doce Signos : con que se divide este circulo en 12 partes iguales : los puntos se unen de dos en dos con lineas paralelas , que comprenden menos espacio hacia los Tropicos , que hacia 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 mas que sea posible la posicion del corredor con la declinacion actual. Todas estas medidas se trasladan fielmente à los bordes , ú orillas de la abertura de la l  mina. Quando despues se quiere uno servir del anillo , se coloca el corredor en su dia correspondiente , y se suspende la m  quina , segun la altura de Polo del lugar ; vuelvese la superficie , ò cara de la l  mina , ò plancha , que tiene el corredor hacia el Sol , y el punto luminoso v   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 d   al rededor del celeste , no puede arrojar la sombra del borde superior al inferior opuesto.

Ade-

Adem  s de esto , es tambien necesario exceptuar la hora de las 12 todo los dias ; porque dando entonces el Sol en el Meridiano de cobre , echa la sombra al extremo opuesto en que est   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 , v   aquí una dificultad , cap  z de suspender à los que ponen curiosos , y atentos sus ojos en esta m  quina. El Sol , dir  n , estando en el Equinoccio procura en R , (Fig. 8) introducir sus luces por el centro N hacia el lado opuesto P ; pero si el Sol declina de el Equador , desde el dia siguiente debe tambien apartarse la irradiacion. Passemos el Sol à S en su mayor declinacion septentrional , entonces enviar   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 podremos tener el punto luminoso , que se pide. Pongamos el corredor sobre la l  mina en I para el dia 21 de Junio : Qu   suceder   si unimos con un hilo la delinacion S , el punto del corredor I , y la caida del punto luminoso P , en el borde , ò limbo de el Equador ? Nuestro hilo se encorvar   en el corredor , ò chapita , que corre entre Tropico , y Tropico , y tendremos una curva. Pues como

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

Este capricho aparente de la luz nos descubre la habilidad del Inventor: el modo con que discurrió, es éste: Opongáse al Sol hacia qualquiera parte, ò en la habitacion, que se quiera, aunque sean millares de Meridianos de cobre, que tengan una planchita, que los atraviese de una parte à otra, ò de uno à otro margen, de modo, que la planchita esté agugereada por el centro, al mismo tiempo que atraviesse un Equador, colocado sobre el Meridiano à angulos rectos: tales son el circulo PHRE, y el otro circulo 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 passar 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 paralelo, que decline yá mas, yá menos del Equador, el extremo de su rayo de luz describirá un paralelo semejante, al otro lado de el Equador: y la razon porque en estos instrumentos, tan distantes unos de otros, son los efectos los mismos, es porque siendo los circulos de toda la màquina paralelos entre si respectivamente, y paralelos à los circulos

los celestes, los rayos solares caen fielmente en los mismos grados en el mismo dia, y todos estos rayos son de tal modo paralelos entre si, que forman como un rayo solo, ò por mejor decir, forman una massa de luz compuesta de hilitos paralelos entre si. Luego si debaxo del diametro HE de mi Meridiano PHRE imagino, ò describo una nueva Esphèra como debaxo de una tangente, ò otro Meridiano del mismo, ò 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 Esphèra, como lo es en obrar el mismo efecto en los millares de Esphèras, que diximos. Siendo esto cierto, consideremos el arco de 47 grados de un segundo Meridiano SM, colocado sobre el plano del precedente, y por las dos declinaciones mas separadas hacia el Septentrion, y Mediodia, formarèmos juicio de las demàs. Como el dia 22 de Diciembre enfla el Sol sus luces por mN, las enflará igualmente por MP, pues P es el centro de SM, como N es el centro de sm: y el dia 21 de Junio arrojará sus rayos à lo largo de sN, enviando otro hilo de luz paralela à lo largo de SP. Mudèmos el diametro, ò la tangente HE en una planchita larga, movable, y agugereada, para poder re-

cibir un corredor, segun la distribucion de los dias del año, que se notará en las margenes de la abertura. Yá tengo, en este caso, dos puntos de la linea, que sigue el Sol en mi Esphèra el dia 21 de Junio, es à saber, el punto de declinacion S, y el centro P. Llevèmos el corredor sobre la misma linea tangente en I, y se hallará entre el centro P, y un quarto punto, que será el Sol: luego el corredor, puesto este dia en I, bastará para iluminar el punto central de la Esphèra S M, aplicada à la Esphèra PHRE: luego lograrè el mismo efecto el dia 22 de Diciembre, y el corredor, puesto en D, dexará ver al Sol el punto central P, siendo el aspecto el mismo para SMP, que para sm N (**).

Si en lugar de una porcion de Esphèra imaginaria, ò simplemente delineada en el plano de PHRE, unimos à la plancha movable HE un sector de cobre SMP, haciendo caminar la plancha de 15 en 15 grados, y siempre opuesta al cuerpo solar, sobre algun circulo paralelo al Equador, el sector, unido à la làmina, caminarà con ella. Y como P es al mismo tiempo el vertice del trigono (**), y el centro de la Esphèra S M estè vertice, este centro de la Esphèra S M cae sobre lo interior del Equador: la làmina, que

(**) La traduccion Italiana omite esta causal.

(**) O distancia triangular de 120.

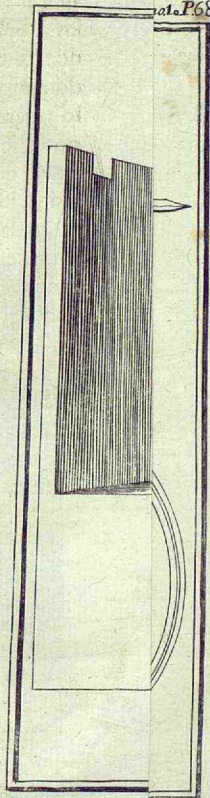
rueda, el sector, y el centro P, formaràn su revolucion, y la formaràn de 15 en 15 grados de circulo horario en circulo horario, sin apartarse jamàs del margen del Equador: luego el Sol en qualquiera declinacion en que se halle, podrá dirigir sus rayos à P, y en efecto los enviarà à este punto siempre que el corredor bien colocado le franquee el paso: y así, independientemente de la posicion del Sol en el Meridiano P H R E, mantendrá su paralelismo en la Esphèra S M, y tocarà siempre el centro, el qual halla infaliblemente en la equinoccial, à donde va con su vertice, el sector. Y aunque despues se suprima el sector de cobre; aunque no se le haya delineado, puesto bien el corredor sobre la làmina, y segun las notas que tiene, nos darà 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 circulo horario en que se halla el Sol: luego el efecto del anillo astronomico està demonstrado.

El Astrolabio viene naturalmente siguiendo los instrumentos precedentes, y servirá, aun mas por la multitud de sus usos, y observaciones, que se practican con èl, haciendo ver con feliz efecto, que el hombre ha sabido

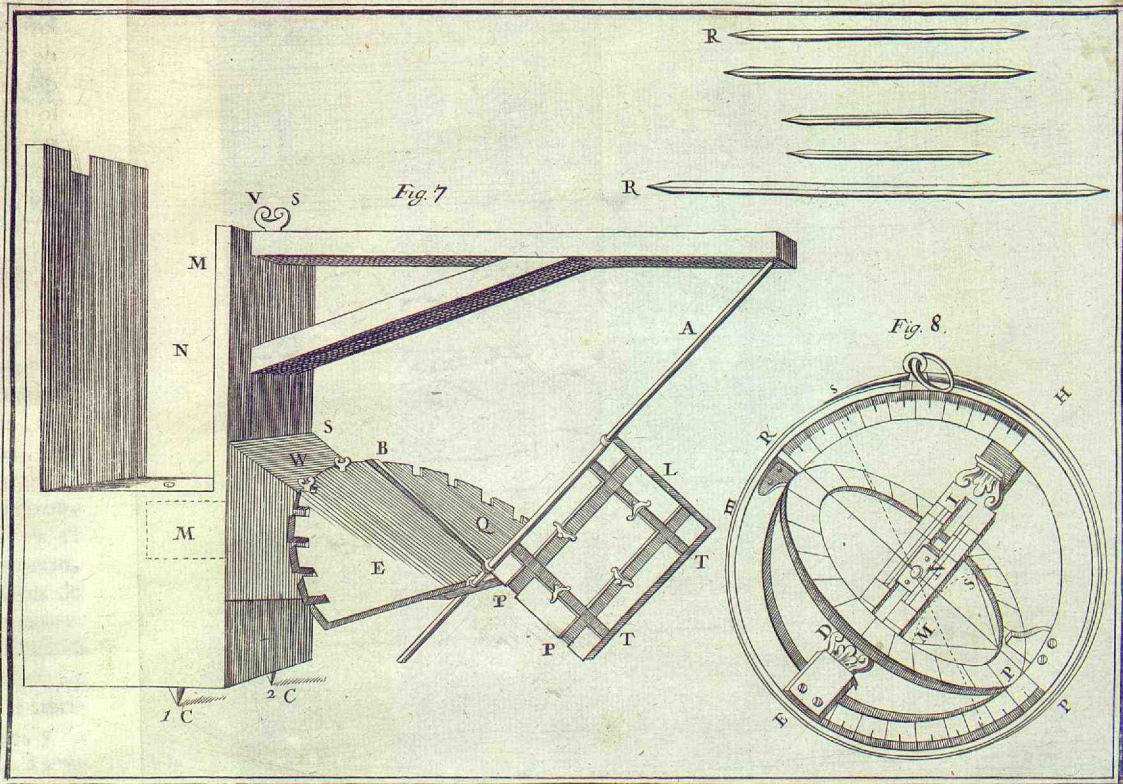
aplicar la Geometria à la determinacion de las horas, de los dias, de las declinaciones, de las alturas, y medidas de toda especie de distancias, tomadas en la tierra, ò el Cielo; pero lo que preparè para dar à Vm. à conocer este instrumento, se aumentò, de modo, que me extremece el proponerselo; y afsi, lo omito. Si la excelencia, y hermosura de la materia le inclinàre à Vm. algun dia à un estúdio algo mas intenso, y seguido, puede leer el tratado, que Bion diò à la luz pública. Yà ha mas de 200 años, que Stofferrin (***) nos diò la leccion con una perfecta limpieza del modo de conftuir este instrumento, y de su práctica. El estilo es prolixo, y se aleja de la sencillez, que debe tener un Artifice; pero èl es un Artifice excelente.

LA

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



G. f.



Instrumento horario.

Anillo Astronomico.

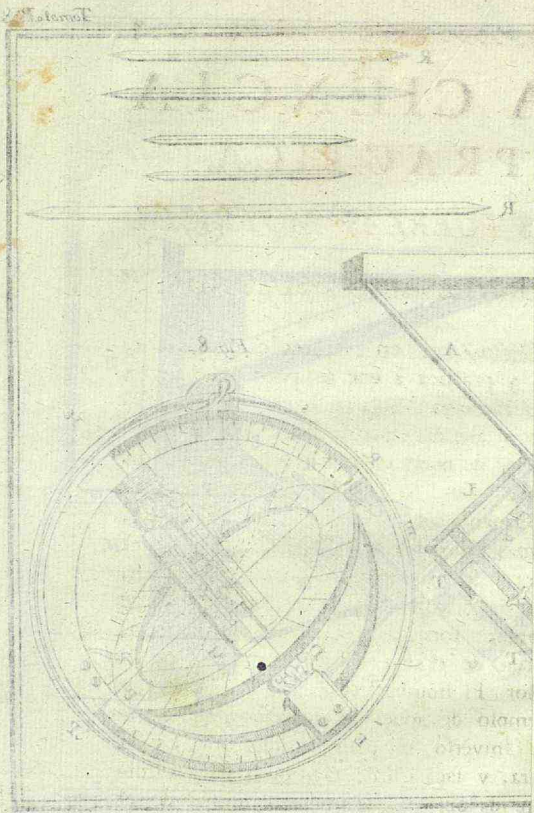
G.^o f.

LA CIENCIA PRACTICA.

LAS FUERZAS MOTRICES.

CONVERSACION SEGUNDA.

Continuèmos en recorrer los demàs usos, y práctica à que se puede reducir la ciencia humana, que en lugar de entretenernos con algunas especulaciones fugitivas, alejandonos de nuestra conveniencia misma, nos las hace utiles, ò nos enriquece con realidades permanentes. No vemos, en esta razon, cosa mas estimable que las màchinas, y el gobierno de las fuerzas motrices, que sujetan, y ponen eficazmente debaxo de las leyes de el hombre todas las producciones de la tierra, y hacen de el una imagen verdadera de el Criador. El hombre concibe por si mismo, y à exemplo de aquel Ser supremo, que fabricò el Universo, el plan de una obra, y la executa, y saca à luz: el hombre llega à imitar en sus obras la fecundidad misma de el Omnipotente. En efecto, el orden estableci-
do



do en la Naturaleza reproduce oy las mismas plantas, que Adàm, y Noè cultivaban, y las màchinas, que sirvieron la primera vez debaxo de la direccion de Tubalcain, ò de Architas, continuan en producir sin intermision los mismos efectos. Un dia transfere à sî, y encomienda à otro el conocimiento de las obras de Dios, y las invenciones del hombre.

Con todo esto, aun 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, ò impeler una massa ligera, y à corta distancia. Todos estos efectos son extremamente coartados, y en realidad muy inferiores à la extension, y multitud de sus necesidades. Pero la flaqueza misma es quien realza aquí su industria. La intencion de la Divina Sabiduria, que criò la humana Naturaleza tan pequeña, tan flaca, y tan limitada, visiblemente fue tal, para hacerla industriosa, y activa. Viendose menesterosa imagina, piensa, y discurre de todos modos, y extiende sus ideas por todas partes. Llama en su focorro una fuerza contra otra, duplica los golpes contra la resisten-

cia, convoca à la ligereza, y velocidad contra la pesadèz, y à èsta contra la velocidad, y ligereza. Con la ayuda de la Mechanica, el pequeño sèr del hombre, de cinco à seis piès de alto, proveido de dos brazos, se anima à perfeccionar una obra, que un Gigante, que se imaginasse armado de mil brazos, no se atreveria à emprender. Los objetos grandes de que està llena la Naturaleza, parecerian muy à propósito para reducir al hombre à la desesperacion de poderse servir de ellos en caso alguno. Qué harà sujeto al esfuerzo de los vientos mas violentos, y furiosos? Còmo atravesará las aguas ràpidas, y profundas, que le impiden el passo, y le cierran los caminos? Con la Mechanica pone freno, y tiene à la Naturaleza de la brida. Los vientos vienen à ser vassallos, y servidores, passandole à la otra parte de los mas espaciosos Mares. Construye Navios, que servirán à sus Nietos, y descendientes; echa al Rhodano un Puente (*), que sorprenda la posteridad, que le atribuye à una inspiracion extraordinaria de el Espiritu Santo. Priya de la Mechanica, ò Machinaria al hombre, y le reducirás à pensamientos estèriles: la Mechanica ha sacado à luz, y fabricado las obras mas hermosas, que se hallan en todo el Orbe, y se ven sobre la haz de la tierra.

Las

(*) El Puente del Espiritu Santo.

Las machinas mas ordinarias, que reparan la pequenez de las fuerzas del hombre, son las palancas (**a); las basculas indiferentes para brazos iguales, ò desiguales (**b), las poleas (**c) fixas, y las movibles, los polyáspastos, ò multitud de rodajas en una polea, ò garrucha, ò ya la garrucha simple, y compuesta: los quadernales, ò motones dispuestos de varios modos, los tornos, ò exes en el perytrochio, las prensas, los cabestrantes (**d), ruedas punteadas (**e), ò con piñones, y linterna, gatos (**f); y finalmente,

(**a) Tambien se llaman vectes, y barras. Las hay de varios ordenes, y grados. Veaſe Toſca t. 9, trat. 9. En Italiano LEVA, y en Latin VECTIS.

(**b) Aqui le conservamos à esta Machina el nombre de BASCULA, por contradistinguirle de la Balanza, Romana, Palanca (no obstante que se diferencia poco de esta) y de las demás machinas simples, y fundamentales, que son seis. (Veaſe el Dic. Math. palabra BALANCE, no obstante que Toſca dice, que son ſo as cinco, t. 3; trat. 9.) Esta machina se reduce comunmente à dos piezas de madera, y à iguales, y yá desiguales, sostenidas sobre un exe. Veaſe Richelet Dic. L. B. En Italiano se llama ALTALENO, y en Lat. TOLLENO, ò TOLLENON, ò TOLLO. Algunos traducen en su lugar el Cignoal, que sirve para tacar agua. Veaſe Nebr. Odina. &c. Dic. Puedeſe dar muy bien à esta machina el nombre de Balanza de brazos iguales, ò desiguales, y tambien se le puede dar el de Palanca; yo le llamo Bascula, tomado del Francés, por distinguirle de las demás machinas, y ser mas sencillo, y conforme. La traduccion Italiana distingue de la Bascula la Balanza de los brazos iguales, ò desiguales; pero M. Pluche las hace una. V. t. 5. La Scienc. utile, entret. quatuor.

(**c) A las POLEAS se les dà tambien el nombre de GARRUCHAS, y CARRILLOS, y TROCHLEAS; y los Facultativos el de TROCOCOLAS. Si las Rodajas de que constan son muchas, se llaman tambien POLYSPASTOS; y si una, MONOPASTOS. En la Marina les llaman MOTONES; y si la Garrucha es un trozo de madera con dos, ò tres rodajas, le dan el nombre de QUADERNAL, y à las rodajas, que tienen tanto los Motones, como los Quadernales, llaman ROLDANAS, que laboran los cabos, estos, que corten, y trabajan en ellas los cordeles. Los Italianos llaman CARRUCOLA à la Garrucha.

(**d) En la Marina les llaman CABREſTANTES.

(**e) Otros las llaman dentadas. Hay muchas especies de ellas. Veaſe Toſca, Dechal. Vvolſio, Machin.

(**f) Machina eficazissima por razon de las fuerzas, que con muchas ruedas se multiplican en ella,

en toda especie de Molinos. Las primeras machinas de estas, y muchas otras contrahidas à un modo de obrar, que les es comun à todas, se reducen à la palanca, ò balanza, cuya idea es tan sencilla.

LA PALANCA, O BASCULA (*).

EL primero, que emprendió mover una viga, arbol, ò una piedra de desmesurado volumen, no hallando proporcion alguna entre las fuerzas de sus brazos, y la resistencia de la massa, concibió la idea de introducir por debaxo una barra grande, y meter una piedra, ò cuña debaxo de esta palanca, à alguna distancia del parage por donde la introduxo. De este modo formò una bascula, dividida en dos partes, ò en dos especies de brazos, el uno mas corto desde la massa, que ideaba levantar, hasta la cuña, epimoclio, fulcro, ò punto de apoyo, y el otro mas largo, desde este mismo punto, hasta el extremo en que se hacia la fuerza para el movimiento: parecióle, que echándose, ò dexándose caer por su propio peso sobre el cabo mas elevado de la barra, la haría ceder, y baxarse; y que haciendo por conseguitante fuerza en el otro extremo, le-

Palanca,
VECTIS.

Bascula,
TOLLENO.

Tom. X. *Memorias de la Academia de las Ciencias de Paris.*

(*) Memorias, y tratado del Equilibrio de M. Traubert, Philof. de S^t Grégoire, Dechales, &c.

vantaria el arbol algun tanto. En efecto experimentò la primera obediencia, y muy contento de un suceso, que le comunicaba luz para otros muchos, dexò volver à caer el tronco, que havia levantado, acercò la cuña, y alargando así la parte de su palanca mas cercana à sí mismo, esto es, alejando la potencia del punto de apòyo, sin haber èl cobrado mas fuerzas, ni añadidolas, experimentò, que se hallaba superior, y mas ventajoso, y exercitò un poder, y fuerza, que no tenia en sí mismo. Animado de el buen exito de las varias pruebas que hizo, hallò, que quanto mas largo quedaba el brazo de la balcula entè el punto de apòyo, y el agente, tanta menos fuerza necesitaba para hacer baxar este brazo, y subir el peso. Poco à poco, ò de grado en grado diò movimiento à cargas enormes, y lo que por sí no podia menear, lo pudo obligar à que diese una vuelta entera: consiguió hacerlo rodar, y mudar lo de un lugar à otro: cortò columnas en el centro del Africa, y las hizo trasladar à Memphis, y subir à Roma.

No se contentò con vencer, aprendiò tambien à valerse de sus ventajas, y à saber usar de la victoria. Representèmos nosotros aqui sus triumphos con la ayuda de una figura; yà comparando las longitudes desiguales de su balcula con los diversos lugares en que colo-

colocaba la cuña, ò fulcro, yà mudando palancas, sin mudar la cuña, y reemplazando algunas veces su mano, ò poniendo en lugar de ella un cuerpo pesado en el extremo de la palanca b; experimentò en todos los casos, de que hizo prueba, que lo que hallaba contrario en el exceso de la massa, ò 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. Notò constantemente, que quando el brazo largo b, que empuñaba, se veia en la misma proporcion con el brazo corto c, que la resistencia d, respecto de el 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, ò alejar esta cuña, ò fulcro, que le iba abriendo la puerta al descubrimiento de las mas utiles màquinas.

Para obtener el efecto, que deseaba, de un modo infalible, y regular, tomò una vara bien recta, ò una barrita de hierro, y la dividiò en partes iguales; pongo por exemplo, en diez pies. Viendo, como consecuencia cierta, que la balcula produciria los mismos efectos, y movimientos, yà puesta sobre algun apòyo, que estuviese en quietud, y reposo; ò yà

Fig. 14

K 2

col-

(**) Vase el Comp. de Vvolf. tom. 1, Elem. Mechan. Theor. V.

Fig. 2.

colgada de algun cordel , ò gancho , puso el punto estable , ò el fulcro , y punto de suspension entre el fin de la primera division , y el principio de la segunda : de fuer- te , que el brazo mas corto de la bascu- la no tenia sino una de diez partes , y el otro tenia nueve. Para poner en equilibrio estos brazos , segun lo que havia observado , suspendiò en la extremidad del brazo mas corto un peso considerable como de 18 libras , y en lugar de su mano , de la qual no po- dia valuar con facilidad la fuerza , puso el peso de 6 libras , que es el tercio de las 18 , y le colocò en diferentes puntos del otro bra- zo , y tanteando de uno en otro , hallò , que las 6 libras quedaban en equilibrio con las 18 , poniendo las 6 en un punto 3.^o ò 3.^a di- vision. Y no haciendo caso de lo restante de el brazo desde esta division tercera , juzgò , que siempre habria equilibrio entre el peso de 6 libras , y el peso de 18 , si el brazo mas lar- go hasta el fulcro , ò punto de apòyo , era tres veces mas largo que el brazo corto des- de el mismo fulcro hasta donde se hallaban las 18 libras. Esto le enseñò claramente , que los pesos estaban en razon inversa de las dis- tancias , ò que quando la distancia del pe- so pequeño , al punto de suspension , excedia la distancia del peso mayor , al punto de apòyo otro tanto , quanto el peso mayor

exce-

excedia al menor , havia equilibrio : porque como 18 libras de peso son el triplo de 6 , así 3 piès de distancia son el triplo de 1 , y la potencia pequeña repara su corta ven- taja , respecto de la mayor , en la misma pro- porcion que su distancia al apòyo , se aven- taja à la distancia de la mayor.

Para fortificar este conocimiento , quitò nuestro Observador el peso de 6 libras , y puso en el mismo brazo el peso de tres , y le hallò en equilibrio con el de 18 , al lle- gar à la division sexta , nueva prueba de la proporcion inversa , pues como el brazo de un piè , que sostenia en si las 18 libras , era solo la sexta parte de 6 piès , así reciproca- mente las tres libras , que este tenia , eran solamente la sexta parte de las 18 , que pen- dian del brazo mas corto.

Prosiguiendo en nuevas pruebas , puso di- ferentes pesas hasta la extremidad del brazo ; y colocadas en un punto nueve veces mas distante de la suspension , que lo estaba la pe- sa de 18 libras , hallò , que no podia 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 piès , así el peso de dos libras era la novena parte tambien del de 18 li- bras.

Con todo esso percibiò muy bien el Ob- ser-

fer-

servador, que las 9 partes de la vara de hierro, comparadas con la unica porcion de el 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 proporcion hallada, no en el principio, sino en la aplicacion. La palanca, segun el principio en que esfriva, es una linea sin espesura, ni grueso, y en la práctica es una cosa real, una masa, que tiene su peso. Y asimismo concebí, que las divisiones podian no ser perfectamente iguales, que en la materia cabia no ser igualmente sólida de una division à otra; que podia nacer el defecto, yà de la frotacion del instrumento en el punto de suspension, ò apòyo, y yà de las impresiones del ayre, que pueden dessecar el brazo largo, sin alterar la parte mas pequeña, y mas si acaso era nudosa, y maciza; y en fin, que podian intervenir otras causas, que pedian advertencia, cautela, y remedio. Poco à poco aprendí à prevenir las todas, ò à corregirlas, de modo, que gozasse plenamente, ò casi en un todo, de la ventajosa proporcion, que con una fuerza ligera le sometia una resistencia grande.

Esto debió ser de mucha satisfaccion para nuestro primer Archimedes, pudiendose decir à sí mismo: como yo soy señor de di-

vidir una palanca en dos porciones desiguales, de quienes la mayor sea à la menor, lo que ciento à 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 dexè en equilibrio todo, y en igual producto: siendo cien libras, multiplicadas por un pie, el mismo total que 100 pies, multiplicados por una libra. Y atemperado todo de esta manera, estoy seguro de que cien libras no excederàn en su peso à una, y que dos me pondràn en equilibrio doscientas; con diez contrabalancearè mil, y si al contrapeso de diez libras, puesto en el brazo mas largo, le añado solamente una onza, ò el impulso de la mano de un niño, esta pequeña mano, à quien costaria afan el levantar una libra, elevará, y hará voltear las mil libras tan facilmente como mueve su cavadero, ò menea sus diges. Pero dexemos, añade èl mismo, la maravilla, y atendamos al presente à la utilidad. Si la longitud de la palanca me embaraza, la puedo acortar, y aplicar allí mayor fuerza: en lugar de peso, pondré la accion de mi mano: en vez de mi mano, que puede ser necessaria en otra parte, aplicarè la fuerza de un Buey, ò de un Caballo, y entonces pondré en movimiento, y harè caminar, no el peso de cien

cien libras, sino el de mil, y aun el de un millon: y que se yo si algun dia se aplicara à esta palanca la fuerza del agua corriente, la accion del viento mismo, y aun todas las demàs potencias, que se hallan en la Naturaleza: al presente no es tanto una fuerza grande la que hemos de buscar, quanto la sabia aplicacion de una mediana.

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

Suspendamos una palanca, en que un brazo sea solamente doble del otro, en razon de dos à uno, de dos piès contra un piè; siendo la razon de la fuerza à la fuerza inversa de la distancia à la distancia, aplicada mi mano à 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 à dos, pues la distancia es aquí à la distancia como dos à uno: luego mi mano hará un esfuerzo equivalente à dos libras, contra un peso, que es de quatro: un esfuerzo igual à 20, contra un peso de 40: y aplicada mi mano al contrario, à la parte

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

Mudemos desde diez piès al brazo mas largo, y dos al corto: dos son la quinta parte de 10: con que para poner el peso en proporcion inversa, pondremos, 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 aqui el equilibrio: y lo mismo sucederá con 10 libras en la distancia mayor, y con 30 en la menor. Pero concedemos aquí alguna cosa, que sea contra nuestra proporcion hallada: imaginemos, que el peso de 15 se debe hallar mayor que el de tres, aun con la distancia dicha al punto de suspension; supongamoslo; que si no fuere así, volveremos sobre nosotros, y sobre la justa idea formada; y acaso, verificando de nuevo la regla, hallaremos la razon de ella. Los dos brazos de la balanza, jugando sobre su eje, ó punto de suspension, describen una porcion de circulo: 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 piè, el peso de tres libras, estando cinco veces mas lejos del fulcro, ó apòyo, hará cinco veces mas camino, y subirá cinco piès: siendo cierto, que el peso de

Fig. 4.

Fig. 3.

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 huviera 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. Así 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 hiciere 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 mas de uno: de este modo prosiguen sin poder el uno prevalecer contra el otro, y la suposicion, que haviamos hecho, de que el peso grande venceria al menor, yà 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 facil 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 sepàre 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, bastale alejar mas el punto de apòyo. Si le aleja de modo, que el brazo corto sea al mas largo, como 2 à 20, ò la decima parte de 20, el peso pequeño, que se pone en equilibrio con el grande, será solo su decima parte, 3 libras equivaldràn à 30, y 3000 à 30000.

Con este gran principio de mechanic empezamos à ver la razon que hay para el. Si

La direccion de las potencias.

la razon, à que atribuimos el efecto regular de la mechanica, es verdadera, à medida que esta causa se debilita, se debilitarà tambien el efecto. Esto sucederà quando la direccion de las potencias movientes no fueren las mismas entre 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 grave, 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 cessar 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 gb , (Fig. 5) ò se mira interrumpida como fb : si es recta, las direcciones deben ser paralelas como gi , hb , y si la palanca està interrumpida, hace un recodo, ò se pliega, y dobla; las direcciones deben ser perpendiculares à su parte de palanca, como fc es perpendicular à fl , y bh lo es à la lb : quando las direcciones son paralelas como bh , y gi , entonces los brazos gb , son las medidas de las distancias al punto de apòyo, y respecto de las potencias. Pero si las direcciones son obliquas, ò

incli-

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 và desde g hasta d , tira parte hàcia i , y parte hàcia b : luego esta accion està dividida, y yà no es la que era, reuniendose toda entera en la direccion gi . Del mismo modo la potencia gc tira la palanca g , parte hàcia i , y parte hàcia a : y quanto mas se acerque hàcia a , mas pierde de su fuerza hàcia i : con que es preciso tirar las perpendiculares bh , gi , para tener la compensacion de las fuerzas por las distancias. Luego es necessario, 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 estàr recta como gb , se halla encorvada, ò interrumpida en l , como fb , en este caso la potencia aplicada en f , obrarà, ò segun la direccion fe , ò segun la direccion cf , ò tirando hàcia k . Poca, ò ninguna ventaja se podrà lograr en la direccion fe , que es obliqua, respecto de la palanca 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 hàcia e , se destruye tambien si tiramos hàcia k . Para volver à hallar la proporcion del equilibrio, es menester tirar la

per-

perpendicular $c f$ à la palanca encorvada f , y entonces 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 utilíssima práctica.

1.^a Si dos cuerpos, ò pesos, ò dos potencias se hallan en razon reciproca de las distancias, que hay desde el punto de apòyo à las direcciones perpendiculares, habrá equilibrio.

2.^a Si dos pesos, ò dos potencias, de las quales la una sigue su direccion, y la otra vâ contra la fuya, y de un modo, y en un sentido, ò segun el camino opuesto, atravesando espacios, que sean entre si reciprocamente, como las potencias son entre si tambien, de fuerte, que los espacios mayores se corran, y atraviessen 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.^a 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-

tam-

tambien la igualdad de las potencias, buscando el equilibrio.

El instrumento, que sirve para este ultimo 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, e invertian las reglas, que acabamos de dar.

Las partes constitutivas del peso (***) son la assâ, el hastil, ò vara, que atraviesa de un lado à otro, el fiel, ò lenguaeta, y las balanzas, vasos, ò tazas. 1.^o Es preciso, que los brazos, que componen el hastil, sean perfectamente iguales en pesadèz, y en longitud: la razon es, porque la mercaderia, que se echa en una de las balanzas, debe pesar otro tanto, quanto la pesa, que se echa en otra, lo qual no sucederia si fuesen desiguales los brazos: pues si uno de ellos contiene cinco partes, por exemplo, cinco pulgadas, y el otro solo quatro, podrian representarse en equilibrio, si el brazo mas corto fuesse mas grueso, ò mas sòlido, que el mas largo, y la mercaderia puesta en este, corriendo mayor espacio, que la pesa en el brazo mas corto,

Fig. 7.

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.

opondria allí suficiente accion , y esfuerzo para que apareciesen en equilibrio , no pesando con todo esso sino quatro quintas partes de la massa opuesta , y colocada en la otra balanza : y en cinco libras faltaria una , ò una onza en cinco para que la mercancia fuesse de peso. Porque como la distancia de la pesa al fulcro , ò punto de suspension no tendria sino las quatro quintas partes de la longitud del otro brazo , reciprocamente la mercaderia , que se suspende en el mas corto , no tendria sino quatro quintos de la pesa.

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 mercancia , 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 tazas , ò balanzas parciales à igual distancia del exe , y punto de apòyo ; pero con todo esso , si el peso está encorvado , si los brazos del hastil se inclinan hacia 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

Fig. 8.

allí en una direccion mas lejana del fulcro : y el genero , al contrario , passará , baxando , à una direccion mas cercana à el punto de apòyo , ò fulcro. De este modo , en lugar de una simple , y ligera añadidura , que se echa al genero , ò mercancia para certificar al comprador de que se le dà , no solamente lo justo , pero tambien algo mas , será necesario cargar considerablemente el genero 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 à la pesa , y de otra menos eficaz à la mercancia ; y assi , será necesario , para dàr aquel varato , ò hacer aquella gracia , mucho mas , quando los brazos del peso están encorvados hacia 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 estuvieran encorvados hacia el Cielo , ò hacia arriba , el defecto sería contrario , pues baxando la mercancia para hacer subir la pesa , adquiriria una direccion mas ventajosa , y mas separada del fulcro , en vez de que las pesas perderian , teniendo su direccion mas cerca del punto de suspension : lo qual haria injusticia al comprador.

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

Tom. X.

M. vicffa

vieña de un lado à otro, no obstante que sea recto, tiene los puntos de suspension debaxo de la linea horizontal, que passaria por el centro del exe, ò punto de apòyo en que se mueve el peso: la razon es, porque el medio de el hastil describiria en este caso un pequeño circulo al rededor del exe, de modo, que un radio de este circulito ganaria, subiendo, una direccion mas lejana del punto de apòyo, y el otro radio, baxando, se hallaria en una direccion mas proxima: con que les sucederia lo mismo à las dos balanzas, ò tazas. Para evitar, pues, este defecto, es necesario, que la linea horizontal, que atravieña el hastil, corte el exe, y punto de apòyo, juntamente con los agujeros en que estàn colgadas las balanzas, ò vasos en que se ponen los generos, 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 mercaderia, estando en equilibrio, destruyen toda la diversidad de direcciones, que las alteran, buscando unicamente aquella con que se mantienen à nivel, la Naturaleza lo causa, y parece que determina todas las cosas, que tienen un mismo peso, quando juegan, y volterèan libremente en los fluidos, que las cercan, à que se mantengan à igual distancia del centro de la tierra.

3.º Pa-

3.º Para saber con certidumbre quando està el hastil horizontal, y à nivel, se coloca en el un fiel, ò lengüeta perpendicular à la longitud del hastil, y quando los brazos estàn exactamente paralelos al horizonte, el fiel se esconde perfectamente en la caja, de donde no puede salir, ni à una parte, ni à otra, sin descubrir la caída del un brazo, y la superioridad del peso, que gravita en el. Pero para que esta señal sea segura, es necesario, que la mano, que pesa la mercancia, tenga la caja, que encierra el fiel, por la extremidad del assà, y aun ferà mas proporcionado, que todo el peso cuelgue de una sortija, dexandola jugar libremente, sin empuñar, ni llegar à la caja con peligro de inclinarla à un lado, ù à otro: pues en este caso la lengüeta se huiria de la caja, sin indicar claramente si el hastil està, ò no perfectamente horizontal.

Por còmodo que fuese el peso, à causa de la simplicidad de su servicio, se conociò bien presto, que la práctica era embarazosa en el comercio à proporcion de la cantidad de generos, que havia que pesar, pues era necesario, que segun se variasse la cantidad, se variassen tambien las pesas. Y quando el peso de los generos era mucho, se necesitaba cargar de pesas enormes la balanza, ò vaso contrario: y muchas veces era preci-

Fig. VI.

La Romans
Statara.

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 facil de mover, pudiesse dexar en equilibrio diversas mercaderias: la ingeniosa distribucion, que se hizo de el 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; ò de adelgazar el brazo mas largo, y engruesar el corto para mantenerlos en equilibrio, ò de permitir al mas largo mayor peso. Esto era indiferente, con tal, que al hacer la division del brazo mas largo, se tuviesse cuidado con el exceso, que podria desvaratar el equilibrio, y que se diese 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 havia cosa mas facil que la division de este ultimo. Tomóse la longitud del brazo corto, desde su extremidad (en la qual se puso un gancho b) hasta el punto de suspension, ò centro de movimiento a, y se llevó esta longitud al otro brazo, notandola en él todas quantas veces cupo. Despues colgando una pequeña massa, como c, del peso

de

de una libra, dexandola movible con la ayuda de un corredor, ò anillo d, de modo, que se pudiesse hacer passar à lo largo del brazo por todas las divisiones 1, 2, 3, 4, ò mas, si las cupiesse. Este pilón, ò massa movible, puesta en la division primera, se halló perfectamente en equilibrio, siendo de una libra con otra libra de mercaderia, colgada en el gancho b: los dos brazos por sí mismos se equilibraban, y las dos libras tenían un mismo peso à igual distancia del fulcro, ò centro de movimiento con que se hallaba igualdad en todo: y llevada la pesa c à la division 2, se hallaba una vez mas distante de el punto de apòyo, que la libra puesta en b: asi doblaba el impulso, como doblaba la distancia, con que era menester poner dos libras en el gancho b, para que la mercaderia se equilibrasse con la libra puesta en 2. Se vendian tres libras de generos? entonces la pesa se ponía en 3, y dexaba à nivel todo el hastil: del mismo modo en 4, y la massa de una sola libra, suspena en la division 20, igualaba à 20 libras de peso, por exercitar alli un esfuerzo equivalente à todas las 20 libras. Esta no es sino una aplicacion nueva de la compensacion reciproca de la pequenez de una de las potencias con la longitud de la palanca, y de la pequenez de la otra palanca con la magnitud de su potencia.

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 otro caso, en que no querían aligarse à formar el brazo largo en igualdad con el pequeño, se necesitaba distinto método, y es como se sigue.

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 gancho bb, diessè la prueba de este solo exceso con el restablecimiento del equilibrio; entonces, para obtener la justa division del brazo largo, se juzgò à proposito dividir el pequeño en dos partes iguales, y llevar una de estas dos mitades del brazo corto al largo, desde el punto de suspension aa, hasta el punto r: despues tomar consecutivamente la medida total del brazo corto, y repetirla todas las veces, que cupiessè, sobre el largo, empezando desde el punto r. Hecho esto, si la massa, ò pìlon cc pesaba una libra, se veia por experiencia, como yà se havia previsto, que suspena en el punto r, mitad de la largura del brazo corto, quedaba à nivel con una libra de mercaderia, 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

corto.

corto. 2.º La otra media libra es à la libra, puesta en r, como la distancia r, mitad del brazo corto, à la total de este brazo. Mediante esta precaucion, que repara la desigualdad de la pesadéz de los brazos, llegando à la division 2, debe ser la massa pequeña de una libra equivalente à la mercaderia de el peso de dos libras, en 3 al genero que pese 3 libras, y en 30 al que pese 30.

Esta division, que sorprende à primera vista, està fundada sobre la misma regla que la precedente, que es tan simple. Supongamos, por un instante, que los dos brazos de la balanza estèn en equilibrio: es cosa clara, que la massa de una libra, puesta sobre el punto r, mitad de la longitud del brazo corto, constituirà equilibrio con media libra, colgada en el gancho bb, pues las distancias de estos dos pesos al punto de suspension, son reciprocamente como los pesos, y aqui 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 aun poner en el gancho media libra para igualar los esfuerzos de los dos brazos: con que puesta la massa de una libra en r, y manteniendose el pe-

to

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 apòyo 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 pilòn, ò massa volante cc al mismo punto, tres medias libras en el gancho, deberàn, segun parece, dexar en equilibrio las dos medias libras cc en la division 2: pero acor-demonos, que el exceso intrinseco 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 massa movable está en la division 2, y hay dos libras de generos en el gancho.

Tan simple, y claro fuè el racionio, que hizo prevèr, del mismo modo, que llegando la massa movable à las divisiones 3, 4, 5, 30, y 40, estaria necessariamente en equilibrio con 3, 4, 5, 30, y 40 libras de mercancias puestas en el gancho.

Luego si no fuèsse menester sino un solo quar-

quarteron para tener en equilibrio el brazo largo con el corto; despues de dividido este en quatro partes iguales; bastaria 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 de el brazo corto, otras tantas veces, quantas pueda entrar en el largo hasta su extremidad. El pilòn 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 puestas en el gancho; pero porque aun se necesitaba un quarteron para tener el brazo largo en equilibrio con el corto, se seguía, que la massa de una libra en el punto 1 pidiesse una libra de mercancia en el garfio, dos libras llegando à la division 2, y 20 llegando en lo largo del brazo à la division 20.

Quando para softener el brazo mayor no fuera necesario poner en el garfio sino algunas onzas, entonces se dividia el brazo pequeño, ò la distancia del garfio al centro de suspension en 16 partes iguales; de este número se quitaban otras tantas partes, quantas onzas eran necessarias 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 necessarias tres

onzas para poner los dos brazos en equilibrio, se llevaban trece partes del brazo corto, que es el exceso, ò resto de las 3 à las 16 onzas; y siendo el pilòn, ò massa movable de 16 onzas, no podia dexar de hacer equilibrio en el punto 1, por quanto con 13 onzas, puestas en el gancho, se añadan 3 para contrabalancear la pesadéz de el brazo largo. Con que debia haber una libra de mercaderia en el gancho, estando la pesa en 1: y haciendose las divisiones restantes desde 1 con toda la longitud del brazo corto, habria dos libras en el gancho para que la pesa hallasse equilibrio en la division 2, 3 libras para tenerle en la division 3, 4 en 4, y assi en las divisiones restantes.

Fig. 12.

3º. Otro tercer caso se ofrecia, que necesitaba distinta division: esto es, quando el brazo corto se hallasse mas pesado que el otro; pero el mismo principio ha dado aqui tambien el modo de dividirlo. Es, pues, poner desde luego el pilòn, ò massa 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 de el brazo corto sobre el otro las veces que quepa, comenzando la numeracion, no desde el centro de movimiento, ò fulcro, sino desde el punto del equilibrio c. Y assi, deteni-

do el pilòn sucesivamente en 1, 2, 3, 4, 5, &c. debe necessariamente haber equilibrio con una libra, puesta en el gancho, con 2, con 3, 4, 5, &c. guardada la proporcion del modo dicho.

La division del brazo mayor en la hypothesis 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: imaginemos tambien, que el exceso de la pesadéz de este brazo, respecto del peso del brazo mas largo, es un peso verdadero, y real, suspenso en el gancho: es claro, que este peso seria 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, ò centro de movimiento.

Supongase el exceso de el brazo corto, respecto del largo, como un peso sobreañadido à dos brazos, iguales por sí en pesadéz, y pongamos este exceso en otros puntos, sin quitar la pesa de c. Pongamos ahora con el pensamiento un exceso, ò añadidura en las tres quartas partes del brazo menor hacia el punto de suspension; se pregunta, qual debe ser esta añadidura, ò exceso? Digo, que debe ser de una libra: porque el peso es reciprocamente al peso, como la distancia à la

distancia (**); pero la massa en c està distante del punto de suspension una quarta parte del brazo corto, como el peso, buscado en razon de exceso, està 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, è igualdad de peso; esto es, una libra de una parte, y otra de otra.

Si se imagina el exceso del brazo corto, respecto del mas largo, como un peso suspendido en medio del brazo corto, qual deberá ser este peso? Serà media libra, mitad de la massa c , como la distancia c es la mitad de la distancia, que hay desde el medio del brazo corto al punto de suspension. Si imaginamos de nuevo el exceso, puesto en la primera division, ò parte del brazo corto, en este caso serà 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.º de la libra, que està 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 gancho: qual serà el peso? Este peso

(**) Veaſe Christ. Wolffo Comp. Math. 1. 1. Elem. Mechan. Theor. 7, y Probl. III, y VII.

peso serà à 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, serà un quarteron.

Asi en qualquier punto del brazo corto, que se quiera imaginar la posicion, ò lugar de su exceso, respecto del brazo largo, serà siempre evidente, que quando el pilòn, ò massa movible llega à hacer equilibrio en un punto, que se llamarà c , se hallò el verdadero contrapeso del exceso del brazo corto, respecto del brazo largo, y que despues de esto, solo es necessario transportar la largura, ò longitud del brazo pequeño sobre la longitud del brazo grande otras tantas veces, quantas quepa en èste: y así habrà quatro quarterones de mercaderia en el gancho, estando el pilòn, ò la pesa volante de una libra en 1, primera division despues de c , pues el peso es entonces al peso, como la distancia à la distancia. La distancia de la division 1 à la suspension, comparada con la distancia del gancho al mismo punto de suspension, es como de 5 à 4: pues del mismo modo una libra en el gancho con el quarteron de exceso, que colgamos en el gancho mismo, es, respecto de la libra, en 1, como 5 à 4: con que habrà una libra de mercaderia en el gancho, quando el pilòn llegare despues

despues de c à la division 1. Esta precaucion tomada, lo demàs todo es corriente: quando la pesa movible llegare à 2, habrà dos libras de mercaderia en el gancho de la Romana, y quando la pesa estuviere en 3, en 4, en 5, &c. habrà en el gancho mismo 3, 4, 5, ò 6 libras en generos.

Si el exceso en peso del brazo mas corto, imaginado, no como unido à voluntad à tal, ò tal punto del mismo brazo, sino unicamente como suspenso en el gancho, fuese de media libra, el punto c, en donde el pilòn haria equilibrio con este exceso, estaria visiblemente distante del punto de apòyo el espacio de una longitud igual à la mitad de la longitud del brazo menor; y despues proseguiria 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, ò de tres, el punto c estaria distante de la suspension solamente la decima sexta parte de la largura del brazo menor, ò bien estaria dos, ò tres decimas sextas partes de esta misma longitud.

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

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

No se puede negar con todo esto, que aunque este instrumento es mas cómodo en muchas cosas, y ocasiones, es tambien por otra parte mas difícil de ajustar, y aun 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 està el pilòn, y la proximidad grande de las señales con que se notan, pueden dár lugar à no pocas faltas, y turbar la justificacion, è igualdad de la mechanica. Los puntos, que sirven para notar las divisiones, tienen fondo, y anchura determinada, de modo, que se hagan sensibles. El vendedor, por fraude, ò por descuido, puede detener el pilòn, ò anillo de la pesa movible, no en el justo medio de los puntos, sino mas al un lado, que al otro, y la falta, reiterada muchas veces, puede causar mucho perjuicio, sea en aquello, que se compra, ò en aquello, que se vende. El brazo largo de la Romana tiene dos divisiones en las dos esquinas, ò lados opuestos, segun el grueso del brazo: y estos dos lados opuestos corresponden à las distancias del gancho al punto de suspension. Uno de estos lados se llama el *endeble*, y el otro el *fuerte* (**); el endeble sirve para las

co-

(**) En España 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 menos peso, y corresponde à la mas larga distancia del gancho al punto de suspension: con que las divisiones estàn mas lejanas entre si. El fuerte sirve para los generos, y comercio de mas peso, y como la distancia del gancho à la suspension es en esta parte mas pequeña, las señales de division estàn mas juntas.

Los dos primeros usos de la balcava, ò peso, tanto de iguales, como de desiguales brazos, y de la palanca, son, como hemos visto, levantar, y contrabalancear. Pero no obstante la suma simplicidad de este instrumento, se han valido de el los hombres, aplicandole à multitud de usos, servicios, y efectos, que basta apuntar solamente.

Dos palancas unidas entre si, ò juntas en forma de cruz, con un clavo, ò exe comun, que las atraviesà (al rededor del qual forma cada una à parte la balcava) componen las tenazas, y pinzas de toda especie. Cada una de estas palancas està como interrumpida, ò 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, ò se separan del lado de acà del clavò, que los junta, y es el punto de apòyo comun, los otros dos brazos, aunque siguen el camino opuesto,

se

se apartan igualmente, y se vuelven à unir uno sobre otro, quando se juntan los dos restantes. Llamèmos brazos anteriores à los que manejamos, ò empuñamos nosotros, y que llegan hasta el punto de apòyo, y brazos posteriores, à los que estàn del lado de allà del punto de apòyo, ò 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 à la extremidad de los primeros una fuerza de diez libras, para que pueda dar un muchacho à la extremidad de los brazos posteriores la accion, y fuerza de 60 libras. De esta suerte gobernarà sin trabajo una madera, ò viga, que de otro modo tendria dificultad en moverla solamente. Si un hombre, cuyos musculos pueden poner una accion equivalente à quarenta y cinco, ò cinquenta libras, podrà dirigir, y manejar à su gisto una pesada, y vasta pieza de metal, asiendola con las tenazas, cuyos brazos anteriores son seis veces mas largos que los posteriores, y exerce sobre esta massa una fuerza, que es como seis veces cinquenta, ò equivalente à un peso de 300 libras.

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

ra hacernos superiores à su resistencia , se diversifica sin termino. Adquiere otros nombres , y otros meritos , segun la variedad de formas , que les saben dár à los brazos posteriores. Una de las mas utiles ha sido haberlas hecho de modo , que corten , formando tixereras de todas especies , y figuras (**), c. i. ya fuerza se aumenta à proporcion de la longitud de los brazos anteriores , y pueden ser tales , que se las emplee en cortar cobre , plomo , hoja de lata , y aun materiales mas duros. La fuerza de los brazos posteriores se va tambien aumentando à medida , que aquella materia , en que trabajan , està mas cerca del clavo , ò punto de apòyo ; porque esto es lo mismo que acortar aquellos brazos ; y ya hemos visto , que la fuerza de los brazos posteriores se aumenta à proporcion , que se disminuyen , ò acortan : porque la fuerza moviente , que obra en los anteriores , es otro tanto mayor , quanto exceden en longitud à los otros.

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 modo es afirmar el un lado de la palanca , ò rosca de manera , que la atadura , ò estacas , que la afirman , la impidan , que se desli-

Palanca , ò
rosca firme ,
è inmeuble
por un lado.

[**] Tixerias , y Tajas de hierro. Odin Dic. L. C.

deslice à una , y otra orilla ; pero no el subir hàcia arriba , ni baxar hàcia abaxo , segun toda su longitud : considerèmos aquitres puntos : el primero 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 , ò potencia , que se aplica al otro lado de la palanca. Toda la accion de esta màchina cae sobre el punto de resistencia , y quanto este punto se acerca mas al de union , mas extension se le dà al brazo , que se prolonga desde el punto de resistencia hasta la fuerza moviente , ò motriz ; y aunque esta sea siempre la misma , se hace mas eficaz à proporcion , que se le dà à esta longitud mas , y mas aumento. En esto consiste la fuerza de la prensa grande (**), que es un arbol grueso , ò muchos arboles combinados , de tenidos , è invariablemente firmes por un lado en pilares (**), ò usillos. Estos pilares , ò arboles estàn firmes , colocados sobre la mesa , y superiores al piè de uba , ò pilòn de ricimos bastante vecinos à esta extremidad : y en la otra , que està muy lejos , se hace obrar , à una caja cargada de muchos millares de piedras,

O 2

(**) Vase el tomo 4 de esta Obra , pag. 178.

(**) En algunas prensas les llaman PIERNAS , en otras ESTACAS , en otras CANES , en otras ARBOLES , en otras PIES DERECHOS , y así varian cun conforme las prensas : algunos les llaman MONTANTES , y son aquellos maderos en que se afirma la tuerca , ò tablon de la prensa para subir , y baxar.

drás, ò alguna otra potencia, que oprime el pié de la uba con tanta mayor facilidad, quanto este pié se halla mas proximo à la union, y mas lejos de la potencia.

Fig. XII.

Si la palanca juega por uno de sus cabos sobre el exe, ò clavo, que la ase, y afirma, el pilón de ubas, ò qualquiera otra materia divisible, y que conserva su resistencia à la palanca, experimentará la accion con tanta mayor fuerza, quanto la potencia se halla lejos del punto de apòyo, ò quanto este punto estè mas proximo al de inmovilidad, y union, principalmente si la palanca taviere una hoja aguda como la hoja de un cuchillo. Todos los puntos de esta palanca describen en tiempo igual otros tantos arcos diferentes, y quanto el punto se halla mas proximo al fulcro, ò punto inmovible, otro tanto mas pequeño es el arco, que forma, y al contrario, quanto mas lejos se halle, otro tanto el arco es mayor. Todos estos puntos, pues, que describen arcos diferentes en tiempo igual, y obran segun la proporcion inversa de las potencias à los arcos, que corren, y describen, de fuerte, que se deberá aumentar la potencia à medida, que sea pequeño el arco, que forme, y se necesitarà menos fuerza à 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 màchina està 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 de el corte obra con una accion de cinquenta: y si la caja de 20000 libras suspenfa en los pilares de la viga, ò prensa, està cinco veces mas lejos del pilón, ò pié de la uba, que lo està el pilón mismo del punto de union, y firmeza de el otro cabo de la viga, atravesfando el punto de presion cinco veces menos camino que la caja, aprieta el pié de racimos, yà en la mesa, yà en espuestas, ò cofinas con una presion equivalente à cien mil libras.

La misma regla se sigue, y la misma ventaja se halla, yà se baxe esta màchina, ò palanca, asida, y firme por el un lado, ò yà se alce, que se sirvan de ella para apretar una materia, que resiste, puesta entre el punto de union, y la potencia, ò que la usen para levantar un cuerpo pesado, y suspenfo entre 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 à la resistencia: porque quanto la resistencia està mas proxima al punto de union, ò que afirma la màchina, otro tanto es mas pequeño.

peque-

pequeño el espacio, que se corre : con que entonces la potencia moviente, aunque segun su proporcion sea mas pequeña, compensa la debilidad con el espacio.

Contrapear, 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 à las limitadas fuerzas del hombre; pero no bastaba hacerlos ceder, y perder su asiento, y lugar, era preciso poderlos elevar, y hacer, que atravesassen el vago espacio del ayre. No havia otro medio que este para que reparasse el hombre las incommodidades de los terrenos desiguales, y diessè à las fabricas, y edificios una altura razonable.

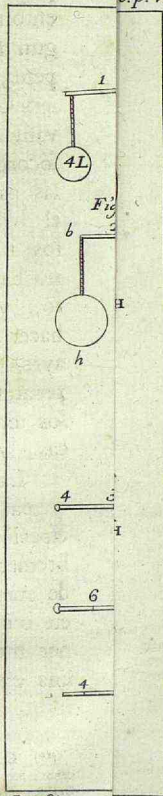
Las partes de las poleas son la caja, ò chapa, la rodaja, y el exe : la caja es una especie de asla en que la rueda se mueve libremente. La rodaja, (***) sea de madera, ò de metal, està socabada, ò tiene una canal en todo su contorno para recibir, y mantener mejor la cuerda, que la rodea. El exe es una especie de clavo, que atraviesa la rodaja,

Las poleas, garuchas, canillos, ò trocolas.

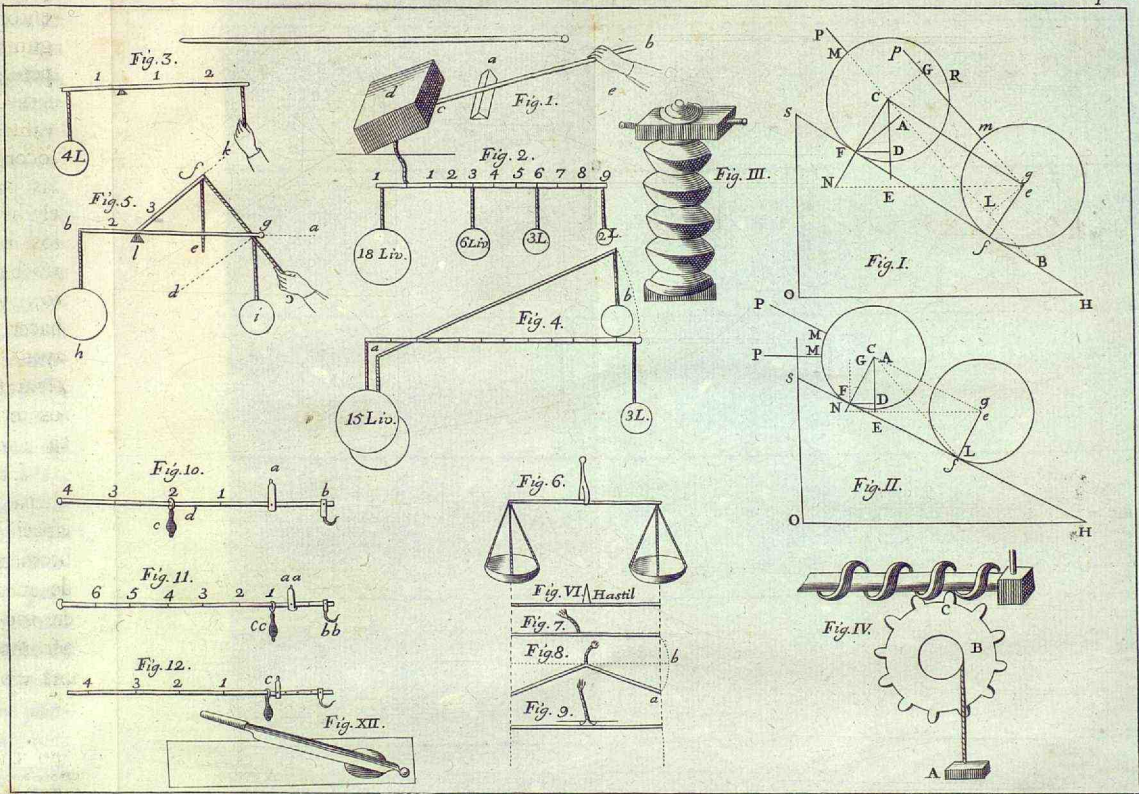
Veafe la nota puesta al principio de la Machinaria.

(**) El Italiano traduce SCHIACCIARE, que es romper, ò hacer pedazos; pero à esto corresponde en Francés ECRASER, CASSER, ECASCHER; quando el FOULER de que usa aqui M. Pluche, se traduce con alguno de estos verbos PREMERE, PESTARE, CALPESTARE, SODARE, &c. Veafe el 1. y à tomo de Antonin. Dic. Let. S, y L. F.

(***) La rodaja es una garucha, ò polea parcial, de modo, que muchas rodajas componen la polea, ò garucha total, ò polypluto.

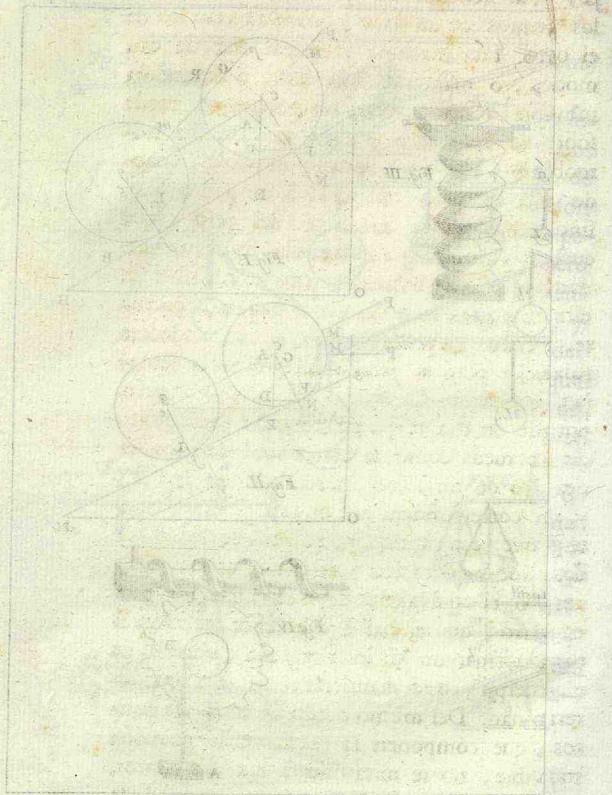


Polea f.^a



Poña f^{te}

Euerzas motrices



Las Ciencias prácticas. IIII

ja, y al rededor del qual voltea, subiendo los puntos de un lado, quando baxan los de el otro. Esta màchina se puede usar de dos modos, ò manteniendola fixa, ò dexandola movible: llamase fixa, no porque no rueda sobre su exe, sino porque la caixa està inmoble: (Fig. 13) llamase movible, quando esta caixa no està asida à un punto fixo, sino que sigue la direccion del peso, que cuelga de ella. (Fig. 14) La polea fixa es un verdadero peso, ò balanza; pero no obstante ser esto cierto, es menester que lo hagamos patente, y claro. La polea 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 extremitad de una linea, ò de un radio, terminado en el exe, y en correspondencia con otra linea semejante, que se encamina por el lado opuesto. Estas dos lineas, ò radios juntos son los dos brazos, ò el equivalente del hastil del peso: pues es claro, que el hastil debe estàr horizontal para formar un juicio arreglado, respecto de el 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 à los dos puntos, ò extremitades de la linea, que atraviesa la rueda, y el exe, porque estas piezas son aquí las

las que reciben la presión de las potencias, las cuales se pueden considerar por medio de las cuerdas, como prolongadas, y aplicadas inmediatamente à las dos extremidades de la línea, que corta el centro, y el punto del balanceo. Quando se sube un cuerpo pesado por medio de la garrucha fixa, se passa 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 accion contraria, por la potencia, que hace el esfuerço, para que suba el cuerpo pesado otro tanto como ella baxa.

Quando un agente, ò una potencia sostienen, por exemplo, ò una piedra con la ayuda de qualquiera polea fixa; es necesario, que pongan esfuerço, ò accion igual à la pesadez de la piedra: porque si del centro se tiran líneas hacia la parte en que la cuerda dexa de tocar la polea, estas líneas serán horizontales, y al mismo tiempo perpendiculares à la cuerda, y medirán las distancias de el centro à las direcciones de la potencia, y piedra, ò 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 esfuerços, y acciones de las potencias, serán igualmente las mismas; pero basta para dexar victoriosa de la resistencia à la potencia, que obra, el que está rompa el equilibrio con la mas leve superioridad.

No solo sirven las poleas para hacer subir cuerpos muy pesados con la comodidad 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 fricciones con la movilidad de los puntos.

Veamos si la polea movable dà mas facilidad à la potencia que la polea fixa. Esta es un peso, cuya línea horizontal describe con sus extremidades arcos iguales; pero la polea movable es una palanca, en la qual una de las extremidades se reputa inmóvil, y en quien todos los demás puntos describen arcos desiguales entre 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 repára, se verá en estas poleas, que uno de los cabos de la cuerda está afido à el gancho inmóvil a, y la potencia tira de el otro cabo b, de fuerte, que todos los puntos de la cuerda, que está fixa al gancho inmóvil,

Fig. 74

moble, sirven de apòyo, ò fulcro à la polea; y porque el peso *c* està puesto entre la potencia *bb*, y el fulcro *aa*, es necesario para obrar con ventaja, que para el equilibrio haga la potencia menos fuerza, que tiene de pesadèz el cuerpo. De hecho la cuerda *aa*, asida al gancho *a*, sostiene una parte del peso *c*: luego es indubitable, que la polea movible facilita la accion de la potencia, y que con menor esfuerzo puede esta sostener el mismo peso que la polea 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 sepàran sucessivamente de ella, no es claro, que la direccion de la potencia *bb* estàrà 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 la pesadèz de *c*.

La medida de esta accion, ò esfuerzo se halla en la comparacion de los espacios corridos. Porque desde que la potencia *b* comenzò 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 yà llegare el peso, que se levanta, al gancho *a*, la potencia *b* habrà corrido, no solo el termino 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 mas se ven reiterados, ò quanto mas 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 polea fixa, obrando la potencia segun su direccion, hace caminar al peso contra la suya mediante la simple igualdad, con la superioridad mas ligera: y entonces la ventaja unica, que logra la potencia, es la elevacion del cuerpo pesado contra su direccion natural. En el uso de la garfucha, ò polea movible, no solo sube el cuerpo pesado, sino que sube con una mitad de fuerza menos, que es nueva, y notable ventaja. Pero supuesto, que nuestras fuerzas son tan pequeñas, procurèmos ver todavia, como podrèmos ahorrar su dispendio, aumentando el provecho al mismo tiempo, que escusamos fuerza, y trabajo. El merito de las màchinas tienen mucha semejanza con las utilidades de la economia.

No son pocas las ocasiones, en que el hombre tiene necesidad de transportar, ò subir massas, cuya pesadèz excede muchas veces, no solamente la fuerza de sus brazos, sino tambien aquellos ordinarios focorros con que se ayuda, quales son las palancas, y la polea movable. No llega, pues, el hombre à triumphar de la resistencia, que le hacen semejantes cuerpos, sino juntando muchas palancas, ò uniendo muchas poleas, con que multiplique el alivio, y los esfuerzos. No es conveniente, que las garruchas, que junta, estèn siempre fixas, pues serian 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 dà la mechanica el nombre de polyspastos: la union de las poleas (***) movibles se llama polyspastos movable; y el conjunto de las immobiles se llama polyspastos immobile. Las garruchas, ò poleas immobiles estàn todas fixas con una misma chapa, ò caja, como a, (en la Fig. 15) y las movibles estàn encerradas, ò asseguradas con otra chapa, ò caja, como b, en la misma figura. Puedense disponer las rodajas, ò garruchas,

(**) O rodajas, ò roldanas, Veaſe 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 barròn, ò exe a, (Fig. 16) al modo que las movibles lo estàn con el b. *Ibid.* 2.º Se puede poner un exe en cada rodaja. La cuerda està por lo ordinario unida por un cabo al polyspastos immobile, como en c, (Fig. 15) y en a. (Fig. 16) Despues passa alternativamente por debaxo de una polea 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 yà el auxilio, y facilidad, que recibe el agente por medio del polyspastos. 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 bobeda, que cubre la cueva, las garruchas fixas colocadas en la parte superior, las movibles afidas al tonèl, y la diligencia solo, y fuerzas de dos criados, si cada uno de estos pueden, como es indubitabile, regularmente hablando, levantar cinquenta libras, unidas las fuerzas de ambos, levantaràn hasta 100: pongan, pues, un tripastos, ò una garrucha de tres rodajas en exercicio, y podran con esta màchina dexar la tina de aceyte en equilibrio, y ven-

cerle despues con poco aumento, sacando este peso con la misma facilidad, que sacaran 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, recurrièmos al principio, que yà tenemos establecido. Supongamos, que el cuerpo, ò peso, que se eleva, sube un piè, es preciso, que el cordel, que abraza las seis rodajas, y que à cada una le hace dàr una vuelta para la subida de un piè, se arrolle, ò dexe seis piès en las manos de quien le tira, lo qual es equivalente al camino de seis piès, que huviesen caminado estas manos mientras la tinaja corriò uno solamente. La razon es, porque en el equilibrio la potencia motriz, y el cuerpo movido deben estàr en razon inverfa 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 piès, mientras la resistencia atravieffa uno, no debe ser sino la sexta parte de la pesadèz de el cuerpo, para que pueda formar el equilibrio: y asì, siendo el peso de 600 libras, basta 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 immobiles, ò fixas, y quatro movibles andaria ocho piès, mientras subieffe uno el peso movido, y entonces bastaria, que el polypastos pudiesse una fuerza solamente igual à la octava parte de la resistencia; y asì, la accion de un musculo, ò de una pesa de cien libras, añadiendole un, ò dos, haria subir una carga, ò ho 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 entre la potencia, y el peso à quien mueve, que entre la unidad, y el duplo de las rodajas movibles.

En todo lo que hemos dicho del efecto de la polea, ò garrucha movable, y del polypastos, hemos supuesto que las direcciones son paralelas. Pero si se apartan del paralelismo, llegando à concurrir, el auxilio, que la potencia recibirà de la màchina, serà algun tanto menor, que el que hemos determinado: porque en este caso la accion, que pone el agente, se divide, tirando hàcia lo alto el peso, y juntamente hàcia aquel lado hàcia donde se tuerce, ò inclina.

Las ruedas de los carruages participan de la naturaleza de las poleas movibles. La tierra en que estriva la rueda, es el fulcro, ò punto de apòyo, la longitud de la palanca

se

Ruedas de
los carruages.
805

se toma desde la tierra hasta el medio de el cubo, ò centro de la rueda, que corresponde à la lanza, pertiga, ò varas, que se afirman à los Caballos. Conseqüentemente 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 vè 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 estuvieron en esto mas bien servidos que nosotros, que ponemos en nuestros Cochés, 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 los 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 debilita

lita mucho la accion de la potencia, que tira. Si se calcula, yà sea segun las hypothesis mas verosimiles, ò yà con las mas ajustadas medidas, la corta ventaja, que los Caballos consiguen con esta palanca pequeña, y la ventaja superior, que alcanzan con la grande, que es el radio perpendicular de la rueda mayor, se formará una cuenta, que nos dè el total; pero este total, que encontramos, sería mucho mayor si nuestros carruages tuviesen 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 hacia arriba interviene en este caso. Por ventura nos hemos 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 passo el primer esfuerço 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 atolle.

Resumamos en pocas palabras las ventajas, que se facen de la polea, y de la palanca. Con las palancas ordinarias, yà estèn divididas en dos brazos con su fulcro, ò punto de apòyo, ò yà estèn 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 polea se puede, es verdad, levantar un cuerpo pesado à la altura, que se quiera; pero es preciso, que la potencia consume otras tantas fuerzas, quanto es el peso, que eleva, y aun algo mas, para que pueda romper el equilibrio. Con la polea movible se disminuye, es asì, la resistencia una mitad; y si se aumenta el número de las poleas, adquiere la potencia dos veces mas fuerza, que hay de poleas movibles, ò basta que la potencia moviente sea al peso, que mueve, como uno al duplo de las poleas movibles; pero esta multiplicacion de poleas, tan ventajosa en muchas ocasiones, es en otras embarazosa, y aun impracticable. Por esto, pues, se ideò buscar, y

reunir

reunir todas estas conveniencias en una simple màchina solamente, y se ha conseguido.

Juntanse dos poleas fixas, la una muy grande a, y la otra muy pequeña b, atravesada una, y otra de solo un exe cc: la circunferencia de la polea, ò pequeño cilindro b, aplica, y arrolla en si el cordel asido firmemente al cuerpo pesado, y la circunferencia de la polea grande a recibe la accion de la potencia motriz: à la polea grande se la llama rueda, y à la menor timpano, ò cilindro, y el todo conserva el nombre de rueda (**); y como el cilindro 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 comodo à la potencia moviente, el obrar sobre la rueda, como se vè en la Fig. 17. Puedese ensanchar esta rueda en forma de un gran tambòr, de suerte, que su caja pueda recibir uno, ò muchos hombres, que subiendo hàcia delante por la parte, ò circunferencia interior de la caja, ò tambòr, obligan à cada una de las partes, que pisan, à baxar; con que prosiguiendo la operacion, hacen dár vuelta à la rueda, al cilindro, y à la cuerda: à esta especie de rue-

Q₂

da

(**) Esta màchina participa de la GRUA, y del EXE en el PERITROCHIO, ò CABRIO; y asimismo del ARGUE, que usan los Marineros para arrancar, y subir las ancoras, y entrar fardos, ò cargas de mucho peso en los Navios.

Fig. 17

La rueda, y su timpano, ò exe.

da le dan el nombre de timpano (**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 dár vueltas à esta màchina, la qual entonces toma el nombre de torno d: (Fig. 17) la pequeña polea b, que se llama timpano, ò rodillo, se estiende à una longitud considerable à la diestra, y à la siniestra de la circunferencia de la rueda a: puede se concebir esta polea, como atravesada, segun toda su longitud, con una linea, ò exe, cuyos dos terminos c c se llaman espigas (**c): estos son los sustentáculos de la màchina, y sobre ellos forma su revolucion, ò dà sus vueltas, assegurandose mas el juego de la màchina, quanto ellos estèn mas firmes, y causando menos frotacion, y menos morulas, y lentitud, quanto fueren mas pequeños: puedense mirar tambien como lugar-thenientes del exe de la garrucha, y como tejuelo (**d),
en

(**a) Los Griegos, y los Antiguos le llamaron GERANON. Vase la trad. Ital. y Tosca t. 3, trat. 9 de la Mach. prop. 71.

(**b) Este ultimo nombre le dan los Facutavios.

(**c) O Gornones.

(**d) TEJUELO en una màchina, puerta, &c. es aquella plànchita (que suele estar fobabada) en que estriba el exe, ò quicio para dár 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, se llaman algunos GORRON,

en que como sobre una basa, ò chapa fixa, è immobile voltea el exe. Despues de esta descripcion del timpano, y del torno veamos yà de què nos sirven. En ellos se encuentran los servicios de la palanca, y las utilidades de la polea; pero sin los inconvenientes de estas dos màchinas.

Baxando de un lado el rayo horizontal de la rueda, hace subir del otro el rayo de el timpano, en que està arrollada la cuerda. El exe de el timpano, à quien rodea la cuerda, es un verdadero fulcro, ò punto de apòyo, 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 timpano; pero el uso de la palanca ordinaria es endeble, y lleno de interrupciones; quando en esta màchina, la palanca, que acaba de obrar, se substituye al punto con otra, que contina la accion sin que se interrumpa, porque tirando continuamente la potencia hacia una misma parte, ò en un mismo sentido, el peso vâ 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 cilindro, ò timpano pequeño, en que obra la resistencia. Esta es la razon, porque en el
equi-

equilibrio la potencia es al peso como el rayo pequeño, ò del timpano al rayo de la rueda: si el rayo de la rueda es diez veces mayor que el del cilindro, basta que la potencia haga un esfuerzo, ò ponga una accion diez veces menor que la resistencia; y así, 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 timpano, y siendo la circunferencia de la rueda diez veces mayor que la del cilindro, al rededor del qual se va 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 sucesivamente, son la medida de el 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,

que, que la suma de las fuerzas, que oponen 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 timpano no está acompañado de rueda, sino que solamente le agugerearon 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 máxima fundamental de la Maquinaria: 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 50 ruedas, de modo que su movimiento procediesse en proporcion decupla, al llegar à las cinquenta habria ya cobrado tanta fuerza, y velocidad, que la fuerza de un dedo, y aun mucho menos, podria mover toda la tierra, y segun la cuenta del P. Clavio, cap. 1, podria mover todo el pesadísimo cuanuo de arena, que cabe en el ámbito del Firmamento. Véase el lugar citado, y Tolf. t. 3, trat. IX, lib. 4.

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

La màchina, de que ahora hablamos, puede tener su rodillo, timpano, ò cilindro puesto à nivèl, ù horizontalmente, y entonces se llama simplemente *fulcra*, ò *cabria*, ò *trucha*; y si el cilindro està à plomo, ò perpendicular al horizonte, se llama *ergata*, vulgarmente *argue*, ò *cabestrante*.

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 Carromatos hay varias especies. En Murcia tienen quatro ruedas con su lanza como los Cochets, ò pertigo como los Carros. En otras partes, como en Castilla la Vieja, y Nueva, en el Principado de Cataluña, y otras partes, usan de Carromatos con dos ruedas, y varias como las Calcefas; pero aqui se habla de Carromatos, ò Carretas sin laderas, y que tienen sus palancas, estacas, ò rayos sucesivos, ò una especie de torno como el de la figura 17, de modo, que forman balcùla. Veanse Sob. Odlu, Angon, y el Dic. de Com. pal. Haquet.

una parte à otra, y la naturaleza, ò algun impedimento particular puede hacer este transito muy penoso. Por esta causa, pues, se le ha aña- dido un nuevo merito à la Màchina, dividiendola en dos partes, una de las qua- les es un sustentàculo, y fundamento fortísi- mo, è incapaz de ceder, ni quebrantarse, y la otra un brazo movible, è igualmente apto para elevar un cuerpo pesado à la mayor altura, que para dirigirle despues, y transportarle à la parte, que se quiera en toda la circunferencia, volviendose este brazo libre- mente en todos sentidos, y de todos modos. Este brazo, que sube, y se prolonga como el pescuezo de una Grulla (**), segun se quie- re, diò (ò se derivò de èl) à la màchina el nombre de grua. Sobre el sustentàculo, ò baf- sa 1 se eleva un grande arbol, ò piè dere- cho 2, sostenido de las cuerdas, cadenas, ò tornapuntas 3, terminadas en el macho, ò navo puntiagudo 4. Este es el sustentàculo, ò estrivo firme de toda la màchina. La otra parte movible de la grua contiene lo 1.º el aguilòn A, taladrado, y guarnecido de cla- vijas, que firven para facilitar la comunica- cion, y acceso à todas las partes de la mà- china, 2.º La caja C con su exe, timpano,

Tom. X.

R

ò

(**) Grua tambien se llaman algunos à esta ave. Dic. Cast. L. G. La Grua, que aqui se describe, es diversa de la que describe Tosca non. 32. trat. IX, prop. VII, Machin. y de las que describe otros: que à la verdad, se llaman con impropriedad Gruas.

ò arrollador horizontal B. 3.º Los travesaños D, que firven de ligamentos para que juegue toda la parte superior del navo. 4.º La entrepunta E (***) socabada para abrazar el navo, de modo, que se puedan volver sin trabajo todos los enfamblages, ò conjuntos de partes superiores, quedando inmoble solo el cimientto, sustentáculo, ò primera parte de la grua. La maroma se devana, y arrolla en el cilindro, ò arrollador B, y passando por las extremidades de los tres travesaños D hasta la extremidad del aguilòn A, baxa à asir el pilòn, ò peso F, que sube. Esta maroma encuentra en D, y en el extremo A del aguilòn otras tantas poleas, ò garruchas, que aunque à la verdad no añadan fuerza à la potencia, facilitan el passo à la maroma, sosteniendola sobre puntos movibles, que disminuyen la aspereza de la frtacion, porque son pocos los puntos en que se roza, y estriva la maroma, y passan en un momento, y se deslizan.

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

(***) El Italiano traduce SPORTE, que viene à ser un SOPALCO, CAMARANCHON, ò ENTRESUELO; y aunque es así, que SOUPENTE, 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 Grua. Vease Odín, Sobr. Anton. y el Dic. de Cienc. y Art. L. 5.

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 vãn sucediendo en esta situacion, elevan el rayo opuesto del cilindro, ò cada punto del arrollador con un juego continuado. Cada termino de este radio lleva tràs sí, arrolla, y devana, conforme vâ 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 pilòn, ò peso, que eleva. Quando llegò este à la altura deseada, se suspende el movimiento de la rueda, la qual es aqui como la cola de la Grulla; y el cabo A del aguilòn, 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 grua de modo alguno al rededor del navo 4, sin que se ençamine el dilatado pescuezo, y largo pico con un movimiento contrario. Y siendo estas dos partes de la màchina como un equilibrio, se conduce con su maniobra el peso hàcia el lado, que se quiere, del mismo modo que se conduce la grua: despues de algunas vueltas de la rueda, opuestas à las precedentes, se baxa el peso, ò pilòn hasta el punto en que justamente se necessita.

Pero, y que fuerzas son las que aqui ocupa

pa la potencia para que suba el peso: Toda la carga se hace sentir en el punto extremo de el rayo horizontal del cilindro, ò arrollador B: los hombres, que suben en el concavo 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 à el exe, que es el fulcro, ò punto de apòyo, hay equilibrio. Pongamos, pues, quatro hombres en la caja; podrán pesar juntos 600 libras: con que son como 600 libras colgadas en la extremidad de el rayo horizontal.

Si la extremidad de cada rayo horizontal de la rueda grande baxa sucesivamente con una direccion, que este cinco veces mas lejana del exe, que lo està la direccion del peso, estos hombres haràn equilibrio con un peso cinco veces mayor que el suyo: y assi, 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 piès del exe, hace à un tiempo mismo la presión de cinco veces el valor de seiscientas libras, mientras el peso de 3000 à la distancia de un piè del exe hace la presión de 3000 multiplicados solo por uno; y como la accion, ò presión 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 mas, y mas aquel grande principio de *Mechanica*: 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 apòyo, se dà equilibrio: dado yà el equilibrio, no se requiere sino una pequeñísima fuerza sobreañadida para obtener la victoria, y vencer la resistencia.

Como la multiplicacion de las poleas, ò rodajas movibles facilita la accion de la potencia, y ahorra el consumo, y aplicacion de las fuerzas, assi el conjunto de muchas ruedas con su piñon, ò rotula puede producir la misma ventaja (**), si una rueda se mueve con la rotula de otra. Para esto es necesario, que la rotula este acanalada, esto es, con sus canales formadas con ciertos dientes, que sobren-

La rueda compuesta, y su piñon, ò rotula.
Fig. 19.

El rodage,

(**) A esta máquina, que llamamos aqui rueda compuesta, le dà el P. Joseph Falk aug. vir. per Mach. el nombre de infinita: pero Tosca Mach. t. 3. lib. 6. prop. 6. y Vvolfo Comp. Mathem. t. 1. Elem. Mechan. defin. 24. le dan el mismo nombre à otra máquina muy diversa. Parece, que el P. Falk habla con no menos propiedad; pues esta máquina admite ruedas, piñones, y fuerzas al infinito, quando en la de Tosca, y Vvolfo, que en esta obra està señalada en la Est. IV, Fig. IV, se ponen rotas, ò espiras determinadas, y sin aumento alguno en las fuerzas, de modo, que solo las vueltas son infinitas.

bresalen , y que la circunferencia de la rueda grande lo este tambien con sus puntos , para que los puntos , y dientes encaxen , y se impelan uno à otro , ajustandose perfectamente; porque si la rotula , que està 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 està dividida en cierto numero de puntos semejantes , no se pueden ingerir los puntos de la segunda en los dientes de la primera , sin hacer caminar à la una con el movimiento de la otra : ingerir los puntos de una rueda en los dientes de la rotula , es lo que se llama aqui *golpear de encaxe*. Si la rotula tuviere en lugar de dientes ciertos palitos , ò balauftres , que atraviesen su longitud , dexando sus huecos , ò intermedios entre balauftre , y balauftre , ò con sus acanaladuras de encaxe , podrán estos balauftres , ò canales golpear de encaxe del mismo modo , y recibir el impulso de los dientes , ò puntos de la rueda como le reciben los dientes mismos; pero yà en este caso el cilindro , ò màchina , compuesta de dos círculos con sus balauftres , no se llama piñon , sino nuéz , ò linterna : y quando hay muchas ruedas , que se mueven , y juegan de este modo , yà con linternas , ò yà con piñones , al conjunto de todas llamamos rodage. El cilindro de la ultima rueda

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

Muevase por la potencia 5 la rueda 1 , el piñon de esta rueda và subiendo del lado de la rueda 2 , y lleva hacia la misma parte los puntos de la rueda : luego esta con su rotula , ò piñon và descendiendo consiguientemente del lado opuesto , conviene à saber , hacia 3 . Los puntos de la rueda 3 , conducidos con el descenso del piñon 2 , no pueden baxar de el lado 3 sin hacer subir la parte contraria , pues esta es constantemente la aplicacion del principio , que yà dimos hablando de la balcula : luego sube el piñon 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 và subiendo contra la suya. Con este artificio encuentra aqui el motor alguna disminucion en el gasto de sus fuerzas , y trabajo , ò de la potencia moviente. Y qual 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 , ò 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

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 pondremos tres ruedas, y nos contentaremos 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, à los dos piñones à 6 aletas, ò dientes, y à las dos ruedas punteadas 60 puntos à cada una: con esta proporcion haremos entender suficientemente la regla, que darà el lògro, y la ventaja con qualquiera otra disposicion.

Es certissimo, 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 reitere 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 decima parte de las 30 pulgadas de los rayos de las ruedas, y de sus circunferencias, mientras la rueda 2, y su cilindro den una vuelta entera, el piñon de la rueda 2, y esta misma rueda 2, daràn diez vueltas; porque solo despues de la decima vuelta llegará el piñon 2 (que por tener solo 6 dientes, puede unicamente mover otros 6 de la rueda 3) à acabar de encontrar todos los puntos de esta ultima rueda, siendo como son 6 veces 10 sesenta. Y mientras la rueda 2 dà 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 dà 10 veces 10, ò 100, mientras la rueda 2 diere 10, y que la rueda 3 dà 1; de fuerte, que si la potencia estuviera aplicada sobre el piñon de la primera rueda, correria un espacio cien veces mayor que el peso; pero como està aplicada à la circunferencia de la rueda, que es 10 veces mayor que la de su cilindro, correrà un espacio 10 veces mayor, y por consecuencia mil veces mayor que el espacio corrido por el peso; pero la proporcion de los espacios corridos establece la proporcion inverfa de las potencias: luego si la potencia pequena corre mil veces mas camino que la grande, un niño, con la fuerza equivalente à una libra, y un

tanto mas, harà subir un tonèl de agua, que pese mil libras.

El provecho, que se ha sacado del rodage, sugiriò al hombre en sus necesidades variedad de aplicaciones igualmente felices. De todas las especies de molinos, ò tornos, como los engeños (**), para mover los asfadores (**), las devanaderas, los molinos para acuñar la moneda, y otras màchinas sin número, una de las mas còmодas, y mejor ideadas para casos imprevistos, es el Gato (**). Consiste, pues, esta màchina en una caja de dos piès de larga, seis pulgadas de ancha, y quatro de gruesa: la caja contiene el rodage, que luego diremos: por fuera solo se descubre una cigueña, manubrio, ò maniguetta, con su recodo hàcia lo alto de uno de los lados anchos de la caja, y una media luna, ò la extremidad de una làmina punteada, que sale por la parte superior. La cigueña se afirma interiormente al centro del piñon, ò rotula 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 làmina de hierro, 3, con dientes semejantes por toda

(**) O ingenios.

(**) O espetos.

(**) El Perfecto Artillero Julio Cesar Firruño llama à esta màchina, ù à otra casi del todo semejante, MARTINETE: vease pag. 51. B. y 52. B. edicion en folio. Pero en Bilbao, Cadiz, y otros Puertos de Mar, &c. solo le dan el nombre de GATO, reservando el de Martinete para las Herrerías en que se fabrica el hierro, ò el cobre, y para la màchina con que se clavan cintas.

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 cigueña con su piñon, caminan la rueda, y el piñon segundò, y por consecuencia camina tambien la làmina ajustada aqui perfectamente. Jamàs se olvida el Conductor de un carruage público de meter esta màchina en el pesebròn 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 pantano, ò se rompe, y desvarata, còmo la levantarà, ò como meterà el exe en otra rueda nueva, que preparà, 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 viage. Para este efecto, pues, pone la caja de modo, que estrive en tierra firme, ò en algun madero que resista: presenta el un cabo de la làmina, que està por aquella parte algo ancho, focabado, y corvo en figura de media luna, à la parte del exe mas cercana à la atollada: en este caso no puede salir la làmina de su pequeño alojamiento, sin que el exe, y la carga de 3000 libras, y aun mas, suba à

tambien , porque la cigueña no puede andar sin elevar la lámina , y por consecuencia quanto encuentre en el camino , que lleva. Pero en donde 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 aquí no le son necesarias sino fuerzas como 30.

El peso de dos , ò tres mil libras de el carruage hace la presión sobre la lámina , y llega à hacerse sentir en el piñon de la rueda 2: demos al semidiametro de este piñon la decima parte del semidiametro 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 bastaria 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 allí unicamente la decima parte de la presión , y resistencia , que hallaria , si se aplicasse à la circunferencia de la rueda , siendo el semidiametro del piñon 1 , solo la decima 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 de el piñon

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

Siendo , como son aquí , los rayos de los piñones el brazo pequeño de la palanca , y los rayos , tanto de la cigueña , 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 decima parte de ciento , ò una resistencia como diez libras en los puntos de la rueda ; y en fin , la decima parte de 10 , esto es como una libra , sobre la cigueña : con que la lámina de nuestro Viagero no tiene , en este caso , de cien libras , que esquivan 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 cigueña 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 nivèl , aunque traiga 6000 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 corre

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

Si queremos examinar 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 mas 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 mas, ò atraviesa un espacio diez veces mayor que el diente del piñon 2. Además de esto los puntos de la rueda, que se ven 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 ingiriendo en ellos cinco veces sus quatro dientes: con que mientras aquella circunferencia dà una vuelta entera, dará el piñon cinco: porque encajar una vez 20 puntos de igual distancia uno de otro, ò mover quatro con la misma distancia entre si 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 dà cinco vueltas, la cigüeña, que es diez veces mas larga, correrà diez veces mayor espacio: con que la mano,

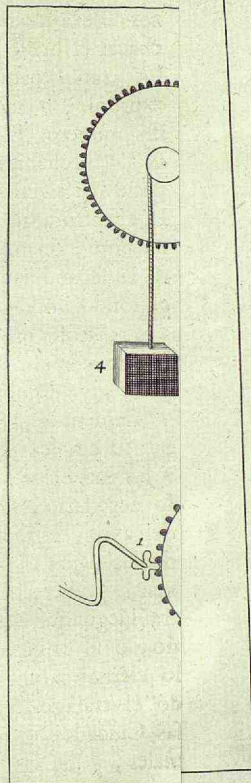
que

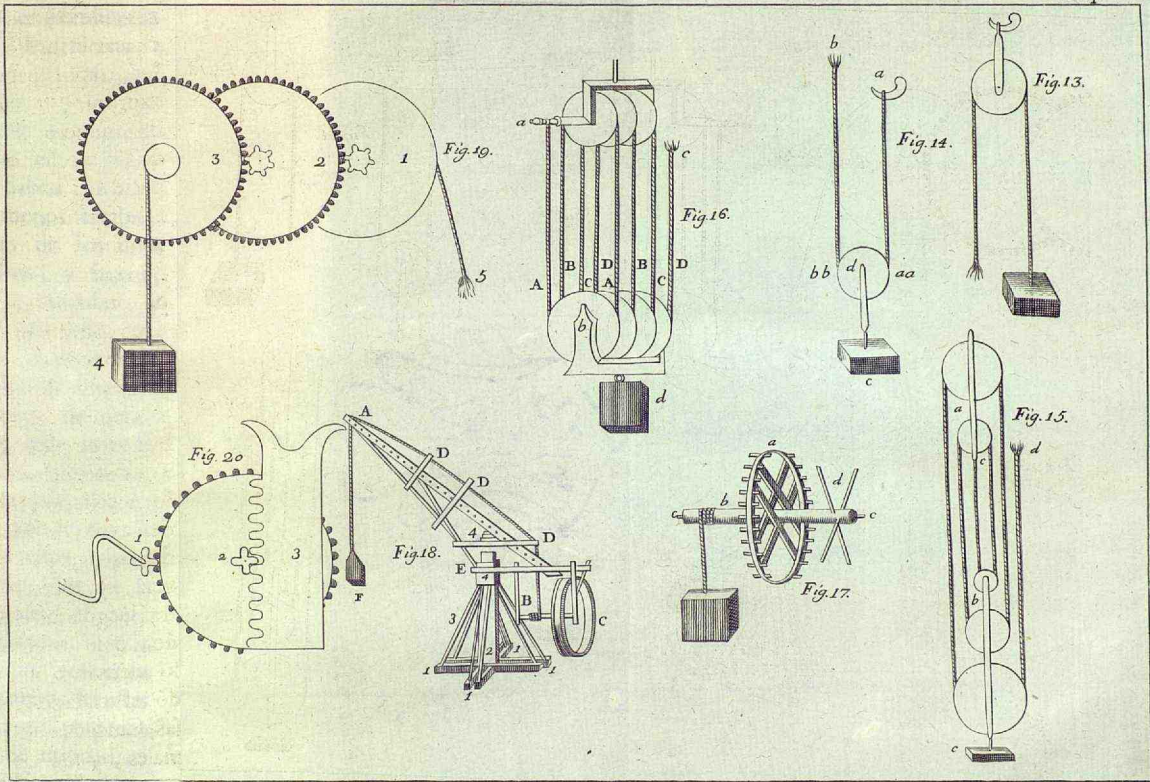
que la mueve, andará diez veces mas camino que el piñon 1, y que la circunferencia 2; y como la circunferencia 2 camina diez veces mas que el piñon 2, y que la lámina 3, la mano corre cien veces mayor espacio que la lámina, y que el peso que levanta: y así, es necesario, que en donde este resista con 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 facilmente 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, vencerà sin duda hasta levantar las 3000 libras à 30 pulgadas, ò dos piés y medio de altura, y el peso subirá mas si continúa la accion.

Asimismo se ha aplicado felizmente la combinacion de las ruedas à otra infinitad de usos, y à las mas de las necesidades de la vida, como à hacer andar muelas, cilindros, y mazos. De esto se sirve el hombre para moler el trigo, para cortar madera, aserrar piedra, redu-

144 *Espectaculo de la Naturaleza.*

reducir à polvo la materia de que se compone la polvora, quebrantar, y deshacer las cortezas de las Encinas para adovar los cueros, dexandolos impenetrables al agua, machacar el hieffo, batanar los paños, moler los trapos para el papel, y las cañas para exprimir, y facer el azucar, y para otros usos sin número. El principio, y adelantamiento de la mechanica son los mismos en toda especie de invenciones, è ingenios; y aunque la estructura de las màchinas se diversifica sin termino, se manifiesta en esto aun mas clara la fecundidad de las ideas del hombre, y el fondo insondable de su diligente destreza, que consiste principalmente en triumphar 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 aun el fuego mismo, le sirven, y hacen trabajar sus màchinas. Encuentra luego que vuelve, ò su almacèn colmado, ò su trigo molido, prompto para que lo ciernan, hiñan, amassen, y cuezcan. Todo el trafago, y abasto de las mas populosas Ciudades se reduce al servicio de los animales, y de las màchinas, è instrumentos, que





Pña f^t

Las fuerzas motrices.

que trabajan à las ordenes del hombre , y por servirle.

Dos especies , ò fuertes 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 chaos : que todo esto resiste , y dificulta el passage , 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 obstàculos , barrancos , simas , y ribazos de un camino mal calzado , y desigual ; que si se halla por medio de un cálculo muy verosímil , que estos hoyos , y altibaxos , acumulados , y reunidos en la extension de una legua , equivalen al valor de 66 toesas de altura perpendicular , que se supone tendrían los Caballos que vencer en esta legua , se deduce necessariamente ser estas frotaciones una fuente , y manantial perpetuo de estorvos , ò de diminucion de utilidad en las mechanicas. Parece , pues , admirablemen-

te en estos grandes Maestros ; como un M. Belidor , preveerlo todo , calcularlo todo , y determinar con la exactitud mas arreglada estos respetos , y las pérdidas , y ganancias de la potencia. Su Arquitectura hydraulica puede poner muy bien à los estudiosos , aun en el camino de la invencion.

Los Oficiales tienen otro merito , que se reduce à seguir el modelo , que les dan , ò à imitar una màchina conocida , tomandola por màxima fundamental de su conducta , juntando siempre à la fidelidad de la imitacion una delicadeza grande , procurada con la mayor sollicitud : medio unico para darles à las piezas la cantidad justa de movimiento , que se requiere , y para prevenir los errores de còmputos , que suelen provenir por razon de lo aspero del contacto , y frotacion.

En lugar de un discurso dilatado à cerca de las màquinas mas practicadas , y de los diversos instrumentos de las Artes , me limito al presente à hacer la enumeracion de las piezas principales de variedad de Molinos , proponiendolas , y representandolas en sus figuras. No serà necesario hacer comparacion de las quatro palancas de mas de 30 piès cada una , que componen las quatro alas , ò aspas de un Molino , con la palanca de cosa de tres piès , y algunas pulgidas à que se estien- de el radio de la muela , ò piedra , puesta

en equilibrio sobre su exe ; ni tampoco serà 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 hemos sido felizmente ayudados por M. Leandre , Artesano Sueco , gran Delineador , y Enviado por la Corte de Stokolmo para facar los planes de las manufacturas , invenciones , y establecimientos mas singulares de Francia ; lo qual se le permitió en este Reyno sin restriccion alguna , y sin zelos. Este Oficial nos franqueò libremente hasta cinquenta diseños muy naturales , y propios , entre los quales no harà harmonia el que escogiessemos las màquinas mas ordinarias. Estas son demasiado ingeniosas , y muy comunes para mirarlas por encima solamente , por defuera , y aun desde muy lejos ,

como no pocas veces
fucede.



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 passar el agua, y se baxa para detenerla, y represarla. La compuerta se debe poder parar en el punto, que se quiera, por medio de alguna clavija, ò estaca.

E El agua detenida à una altura suficiente, para que con su precipitacion, y caída por la canal EF logre mayor impulso en los alabes, ò planchas inferiores, que encuen-

tra,

(**a) En quanto à los nombres respectivos, que iré dando à las piezas de los Molinos de polvora, granos, y papel, he tomado informe en Toledo, Murcia, Valencia, y esta Corte, valiendome en todas partes de las personas mas inteligentes, y exactas, que me certificaron de todo, habiendo ido por sí mismas à informarme, 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 *Hacena*,

(**c) Son unas tablas, ò planchas de madera,

tra, y arrebate los rayos, que hacen andar al exe.

a La misma rueda, vista de perfil con sus alabes. Esta rueda tiene cosa de 16 piès de diametro, contando hasta la mitad de los alabes.

b El exe: este tiene cosa de 18 piès de largo, y 18 pulgadas de diametro con corta diferencia. ccc Los alabes.

d Las puentes (**a), que sostienen el exe, y son de pulgada y media de diametro.

e La rueda de punteria (**b), que tiene quatro piès de radio, y 48 puntos (**c), que son unas clavijas introducidas perpendicularmente en el plano de la circunferencia para afir, y mover los balauftres (**d) de la linterna.

f La linterna, que tiene como piè y medio de diametro, compuesta de dos planos (**e), que la terminan arriba, y abaxo, y de 9 balauftres, ò usillos, que forman su circunferencia, y la atraviesa un exe de hierro g, cuyo gorrón, ò espiga estriva en la pieza de madera h, y sostiene la muela superior: esta pieza de apòyo 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 *PEGAZOS*.

(**d) En varios Molinos les llaman *USILLOS* à estos Balauftres.

(**e) A estos planos concavos, que tiene la linterna arriba, y abaxo les dan el nombre de *RODILLOS*.

(**f) Esta puente tiene un agujero en medio, à que llaman *BOTE*, en el qual se mete una tablita de *Encina*, ò madera sólida, à que llaman *RANGUA*.

i La caja en que están las muelas, ò piedras (**a).

Los Molinos de agua, ò se fabrican en tierra, en parte determinada, opuestos al hilo de la corriente, y siempre estables, ò se hacen movibles, y colocados sobre barcos chatos, ò pontones. Estos tienen su rueda directamente opuesta à la corriente mas velòz, y mas violenta de el agua. Para hacer andar à los que son estables, se và represando el agua por medio de una compuerta en un càz hondo, y estrecho, para que acelerandose en la caída, y encerrada con violencia, la canal lleve todo el golpe de su fuerza sobre los cubillos, ò puntos de la rueda. Quando la corriente es suave, y el golpe endeble, se puede fortificar con la caída, dirigiendola hàcia las partes superiores de la rueda, la qual, en este caso, se fabrica de menos diametro, 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 del agua. Las fuerzas de esta agua se aumentan por la mayor velocidad, que logran, ò adquieren en la caída, y esta velocidad crece, segun la regla que yà Vm. sabe (**b).

El

(**a) A esta caja le llaman TABLONES en unas partes, y en otras caja de ESCUDOS.

(**b) Veafe el descensò de los graves, y la razon de este aumento en el Espéctac. 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 irà ilustrando. ABCD Las aspás. E La rueda punteada. F La linterna. G El exe. H El tejuelo. I La muela superior, ò que dà vueltas, à quien llaman corredera, puesta como en equilibrio sobre el exe de hierro. K La muela yacente, ò inmòble, à la qual llaman piedra de asiento (**a)

Fig. 3. El Molino, ò Tahona, que se anda à fuerza de brazos. A Palanca larga (**b), que aplica el motòr: el motòr puede ser, ò un solo hombre, ò muchos, ò un Caballo, Buèy, &c. La palanca, ò bigarra puede ser tambien dupla, ò quadrupla, y formar lo que se llama una labor, para recibir muchos Caballos, y hacer andar muchos Molinos à un tiempo. B La rueda puesta horizontalmente con sus puntos, ò clavijas encaxadas, no sobre el plano, sino exteriormente, y en la circunferencia de las llantas, ò pinas. C La linterna. D La puente, ò rejuelo. E El exe de hierro.

(**a) A las muelas les llaman en muchas partes solamente PIEDRAS.

(**b) A esta palanca la llaman tambien BIGARRA.

hierro. F La caja, ò tabloncillos en donde estàn las piedras de moler.

Fig. 4. Corte de la tolva, y tabloncillos, ò caja 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 dirigirse al cuello, ò ojo de la muela superior. C El eje 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 passar la esquina, ò angulo, y vuelve à ajustar con el plano, haciendo estos pequeños sacudimientos, ò impulsos retremblar la canaleja, y escurrir hàcia la muela el trigo de la parte inferior de la tolva, y sucesivamente el de la superior, por no hallarse yà sostenido. D La piedra movable (**a). E La piedra inmoble (**b). F La puente. La linterna, el eje de hierro, y la piedra superior todo està unido, y camina de compañía. El eje atraviesa la piedra, ò muela inferior, y juega libremente en ella. Entre las dos muelas hay una pequeña distancia: no obstante no se tocan una à otra; y para que la revolucion de la superior quede mas libre por

(**a) O CORREDERA.

(**b) O PIEDRA DE ASSIENTO.

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

Los Molineros, ò Tahoneros son dueños de acercar las muelas una à otra, yà mas, yà menos, 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 exacta proporcion, sino de un modo, que haga sensibles las superficies interiores de estas dos muelas. La muela, ò piedra inmoble E forma un cono, cuyo relieve, desde los bordes, hasta la punta, es de nueve lineas perpendiculares: y la piedra corredera D forma otro focabado, cuya concavidad es de una pulgada: las dos piedras se hallan tan cercanas entre si hàcia las orillas, que no interviene allí mas distancia que la precisa para no tocarse una à otra. De estas medidas, que acabamos de dár al relieve de la piedra inferior, y à la concavidad de la superior, se sigue, que la distancia de la una à la otra vâ poco à poco aumentandose, de modo, que llega à ser hàcia el centro de tres lineas, y algunos puntos mas. Añadamos à estas medidas, tan delicadamente tomadas, las que se dãn à la puente para hacer de este modo conocer

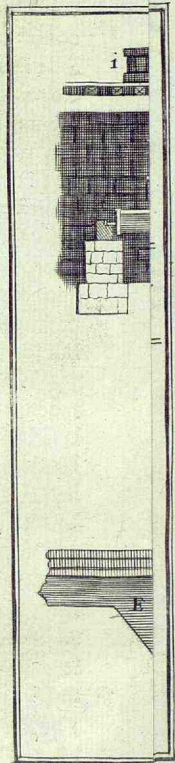
La acción
de las muelas.

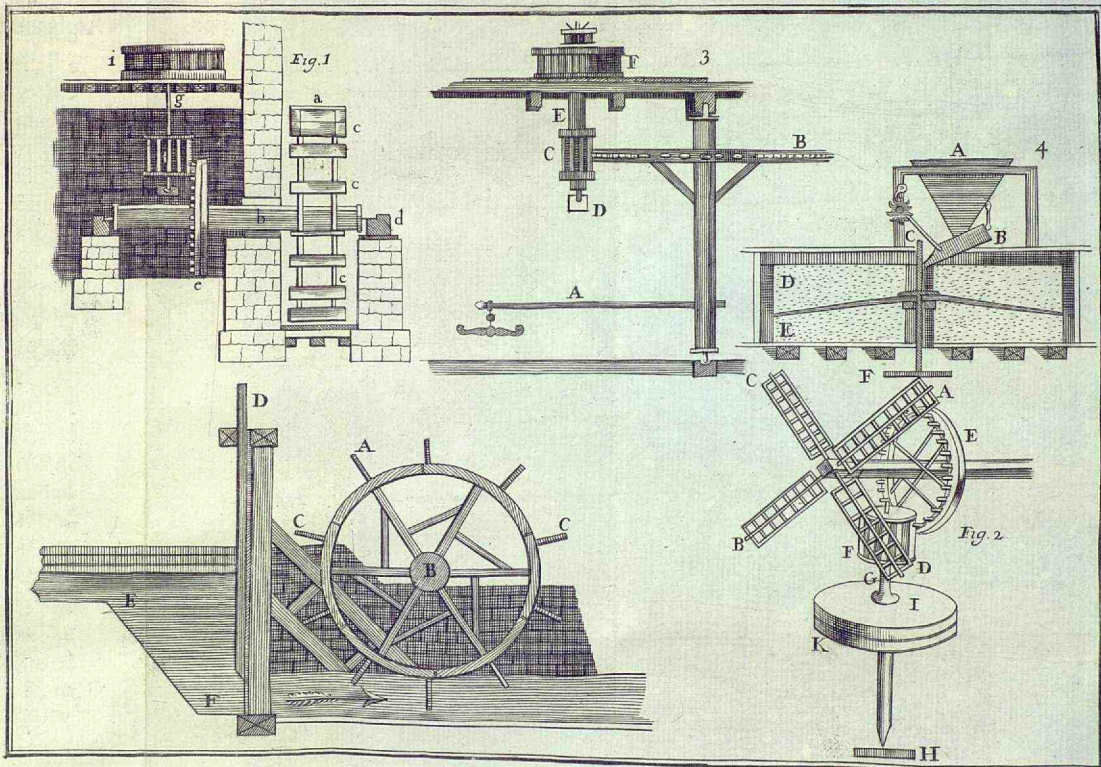
por ellas el uso de las precedentes. La puente es una pieza de madera de medio pié de ancha, cinco pulgadas de gruesa, y nueve piés de larga entre los dos apoyos, ò agujas, en que estriva la puente misma. Siendo la muela de 4000 libras de peso, ò un poco mas, la linterna, y el exe de hierro de mas de doscientas, es preciso, que la puente cediesse, à causa de su longitud, debaxo de un peso tan enorme, y se combasse, formando un arco concavo. Pero no descuidò 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 hàcia el medio del cono, en que le desmenuza, y deshace, y la harina, que impele hàcia las orillas, se aceleran rodando sobre un plano inclinado, y adquieren una virtud centrifuga, que tiende, y se encamina mas, y mas à evitar la linea circular para dirigirse, y huir por una linea recta, tangente del circulo. El trigo, que và cayendo por una parte, en que halla juego, y movimiento, exercita mas libremente su accion, que el que và entrando en un lugar mas estrecho; y lo mismo le sucede à la harina, que tambien se mueve con mas libertad hàcia el centro, que hàcia las orillas en que se ve mas oprimida, y estrecha. Con que es necessa-

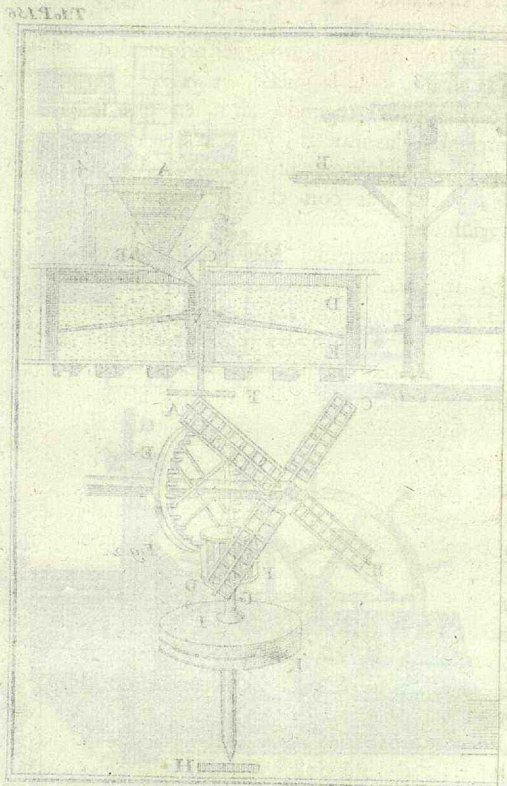
rio, que el trigo, que cae, se amontone sobre el que se và desmenuzando hàcia la mitad del rayo, y que la harina todavia groseramente molida, se acumule, y concurra hàcia las orillas, en que se reduce à polvo perfectamente. De este modo ayuda la piedra à amontonar todo el material, que le vàn subministrando, y conduce sin intermision una parte sobre otra; y hallando configuientemente mas resistencia, estriva en la misma harina, que junta hàcia aquellas partes; pero como no cesse de andar, es preciso, que suba algo para poder passar 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 passa de un arco concavo, 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 entonces, no sobre la puente, sino alternando, yà sobre el trigo, y yà sobre la harina. Quebrantase el trigo, y atenuase la harina; con que la piedra vuelve à caer, y la puente se vuelve à doblar hàcia 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, yà cascar, y deshacer en silencio el monton, que se espesò, y que atormenta con su peso, y movimiento, yà hacer ruido, retumbando hàcia las orillas sobre la harina, que se escapa por la muesca, y abertura de la piedra de asiento, desde donde vâ à parar à la talega, ò saco del Molinero, ò à un cedazo à modo de manga, que dà vueltas al rededor de la Tahona, separando al mismo tiempo el salvado de la flor de la harina.

No sabemos quien fuè el Inventor de esta màchina ingeniosa, que se ha conservado con la fiel imitacion de su idèa, seguida por la dilatada sucesion de los siglos; pero acaso sin haber sido conocida, y penetrada del todo. M. Belidor fuè el primero, que instruyò en esta razon al pùblico, 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 hallò la piedra corredera reducida à un movimiento circular, sin elevacion, ni caida, y la harina saliò tan vasta, que ni aun se podìa comparar con los salvados, quedando el trigo desquartzizado unicamente.







- Fig. 1. El Molino de viento con sus aspas, dibuxado por M. Leandre.
- Fig. 2. Plano del cimientó, del primer alto, de la escala, y de la guia.
- 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.
- 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 piès 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 guia del Molino, con su escala, impelida por solo un hombre, ò tirada con la ayuda de algun torno, ò ingenio, hasta para poner al arbol, y aspas segun pida la direccion de el viento.
- En el primer alto, hàcia el tercio de su carpintería, al lado de las aspas, se vé la aguja (**), que lo sostiene todo, y sube hasta el

El Molino de viento armado, y vestido.

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

(**) A esta aguja la llaman MADRE.

el segundo alto. Entre esta pieza, ò sustentáculo, y el frontis del Molino está el harinero, colocado debaxo de las muelas para recibir la harina.

En el segundo alto está la caja, ò tablonas, que circundan, ò cierran las muelas, la tolva, y linterna hacia lo inferior de la rueda.

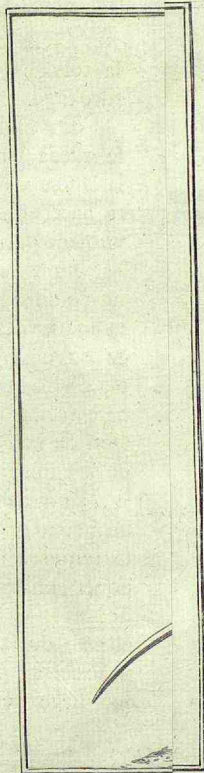
En el tercero está el arbol de las aspas, la rueda, un arò que la abraza para dexarla andar, ò detenerla (**), y un ingenio para hacer que caiga el trigo, recibiendo el movimiento por el de la rueda punteada.

La excelencia, y utilidad de esta máquina consiste lo 1.º en el perfecto equilibrio de la massa 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 recibir el viento. Lo 3.º en la proporcion de la fuerza moviente con la resistencia de las muelas, y frotaciones.

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 llevarian todo tràs sí hacia la parte anterior: pero la aguja, que sirve de sustentáculo, es mucho mas

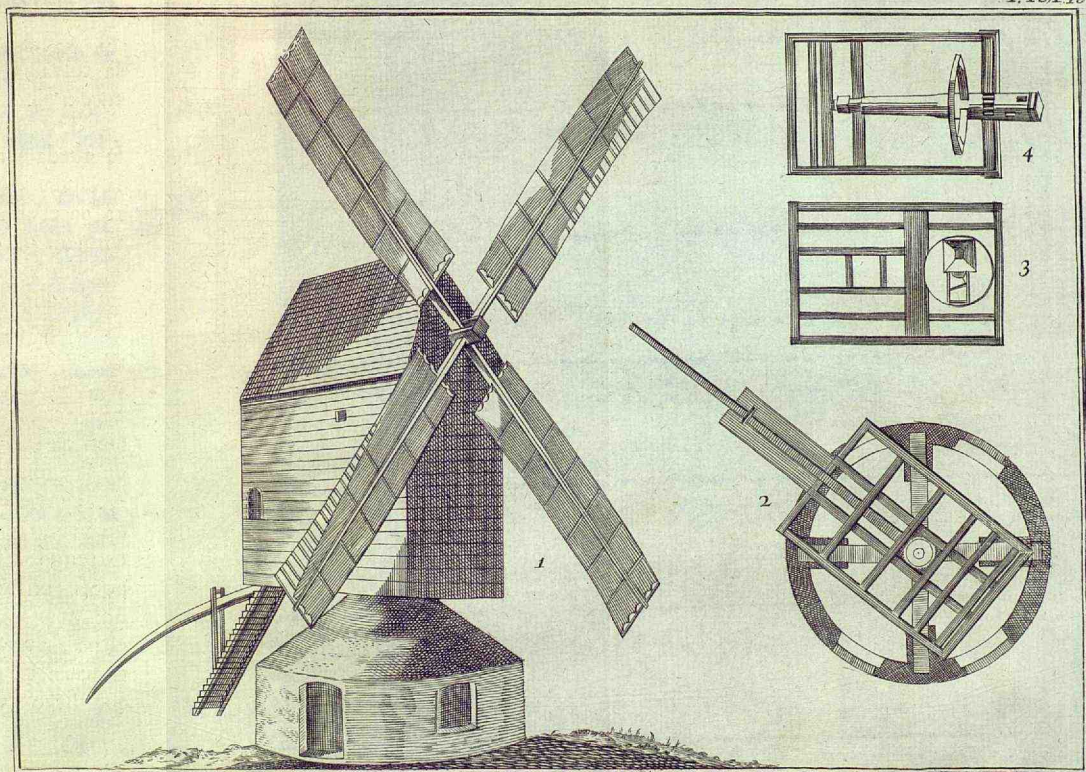
pe-

(**) A este arò lo llaman FRENO.



Excelencia
de esta in-
vencion.

Equilibrio
del maderage.



Molino de viento armado y vestido.

Gonz.^z

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

La libertad de las aspas, y del vuelo 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 angulo 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 hàcia atrás lo exterior de la mano, de modo, que se incline la palma hàcia el Cielo, se experimentará mas fuerte el impulso, por hallarse en este caso la palma de la mano opuesta exactamente hàcia el viento. Esta causa tan sencilla, y simple es la razon, que hay para la colocacion de las aspas, como se vè en la Fig. 2 de el Molino visto de perfil. Inclinado, pues, el exe sobre el suelo, ò pavimento del tercer alto de toda la màquina, se halla segun la di-

La disposi-
cion de las
aspas.

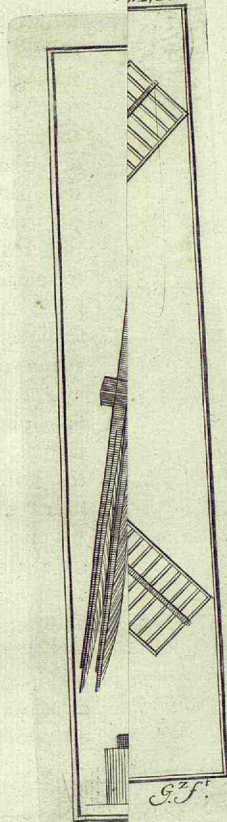
reccion de el viento, y opuesta la superficie de las aspas à esta misma direccion.

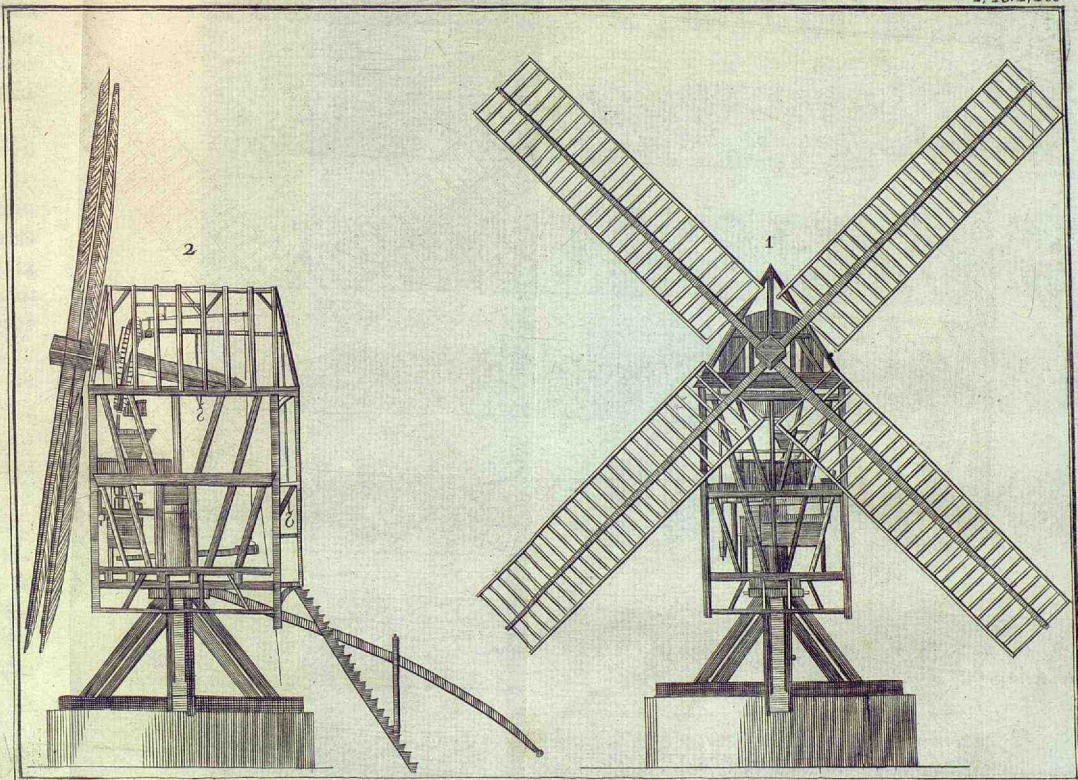
Pero no basta, que el exe, que mantiene las aspas, estè inclinado al horizonte; requierese, ademàs de esto, que en lugar de hacer angulo recto con el exe, la superficie de las aspas se aparte de el 18 grados por una parte, formando por la otra angulo de 72 grados con el mismo exe (**). Los Carpinteros, y Oficiales no siguen la perfecta uniformidad de estas medidas; pero dexèmos à parte las ganancias, ò pèrdidas, que de aquí se siguen, y busquemos en pocas palabras la razon de esta obliquidad.

Si el viento llevàra directamente sus oleadas sobre unas aspas, cuya superficie estuviesse plana, y opuesta por medio de angulos rectos à su direccion, no podria en este caso hacer que diessèn vuelta las aspas: porque la accion con que impelièra una aspa, quedaria destruida por la accion, que exercita el viento al mismo tiempo en la aspa opuesta. Y aun sucederia mas todavia, 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 impeleria à

la

(**) Algunos ponen diverso este angulo de inclinacion. Vese Vvolvo Maquin. tom. 2, probl. CLIII.





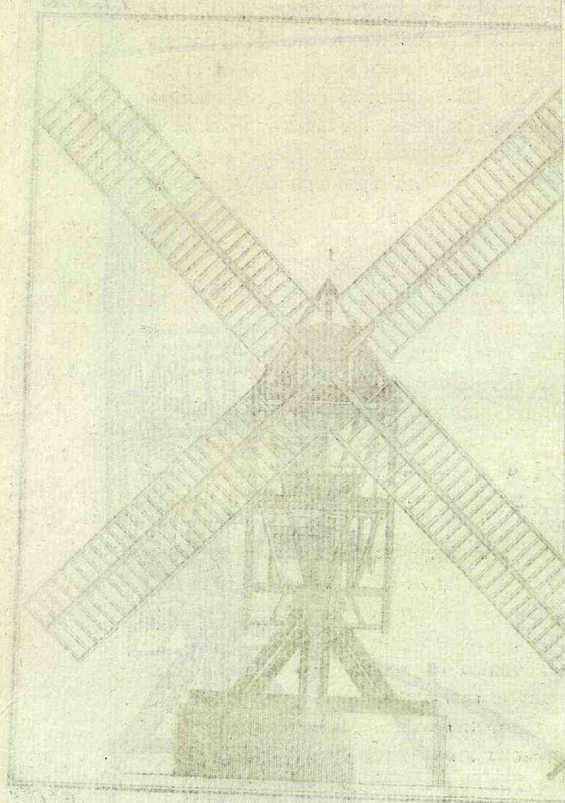
Molino d viento visto d'Cara, y de perfil.

G. 25.

la izquierda, y à la derecha igualmente, y lo que ganasse, haciendo doblar los lienzos, y aspa hàcia la izquierda, lo perderia, haciendolo doblar otro tanto impulso hàcia la derecha. Con que pudiendo hallar esta resistencia uniforme en todas las quatro aspas de el Molino, seria hacerle andar hàcia atràs.

Demosles à estas aspas algunos grados de inclinacion; pero que esta inclinacion, que yo supongo en la una aspa de 18 grados hàcia una parte, y 72 hàcia la otra, respecto del exe, se continúe la misma en la aspa opuesta, y que de una, y otra parte miren à la tierra. En este caso, impeliendo el ayre la una aspa, la dispondrà à subir; y lo mismo executarà 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 destruiràn mutuamente.

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



lancas empiezan à hacer ceder la muela, qualro, dispuestas con la misma arte, y precaucion, produciràn un efecto duplicado.

Tal es el artificio sumamente simple del juego de las muelas, del equilibrio del maderage, 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 entre los Sábios; y aqui no podrèmos decir en esta razon cosa con mas acierto, ni mas proporcionada, que lo que yà dixeron MM. Mariotte, y Belidor.

Molino sobre una barca, ò pontòn delineado por M. Leandre, teniendo à la vista los Molinos de Paris.

Fig. 1. Plano de un Molino de agua.

C El fondo de la barca.
I Las ventanas.

K Arbol, ò exe grande, que dà vueltas en esta màchina.

L Rueda punteada.

M Linterna mayor, unida al arbol pequeño, como tambien à 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.

V. el plàn, y corte de un Molino puesto sobre una barca, ò pontòn; y la elevacion del mismo Molino.

D Contravientos, ò madero inclinado entre otros dos, à modo de tornapunta.

E Techo.

F Postigo falso.

G Passador, que asegura las piezas.

H Lo mismo.

N Hierro, ò especie de gorrón, 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 pontòn.

D Tornillo.

E Passador.

F Puerta.

G Puente.

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.

X 2 R

- R La campanilla.
 S Pañol, ò almacèn para el trigo.
 T Limpiador.
 X Adorno, ò 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 Modò de picar la muela.

Todas las piezas, que se hallan en la mecanica de un Molino, se hallan asimismo en la elevacion, y en los cortes de un Molino levantado sobre una barca, ò pontòn, y visto de diversos modos: al presente se pueden reconocer todas estas piezas, sin necessitar, que se noten con letra alguna: solamente se observará, que aquí hay una rueda, y un piñon mas que en los otros Molinos. La rueda es llevada por el arbol, al qual mueven las aspás, arrebatadas, è impedidas 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.

(**) Al arbol grande de las aspás se llaman MACHO, y al menor RE: MACHO.

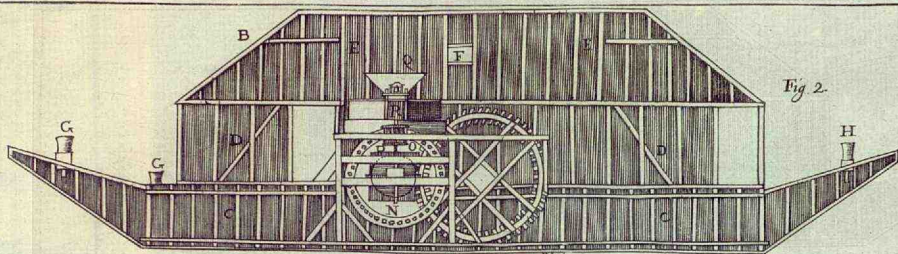


Fig. 2.

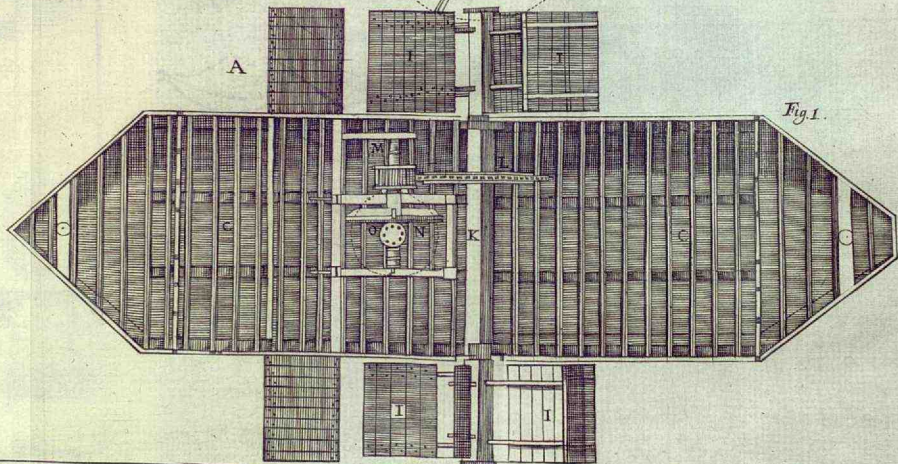
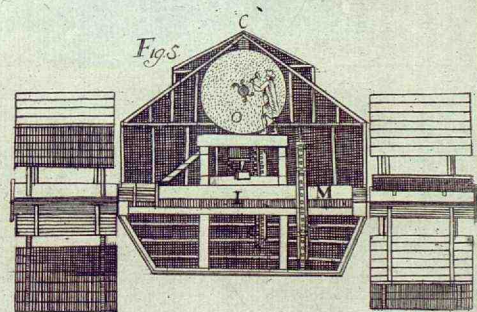
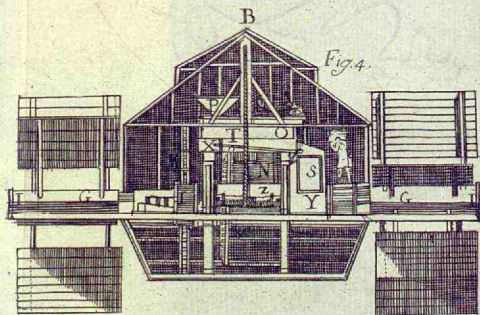
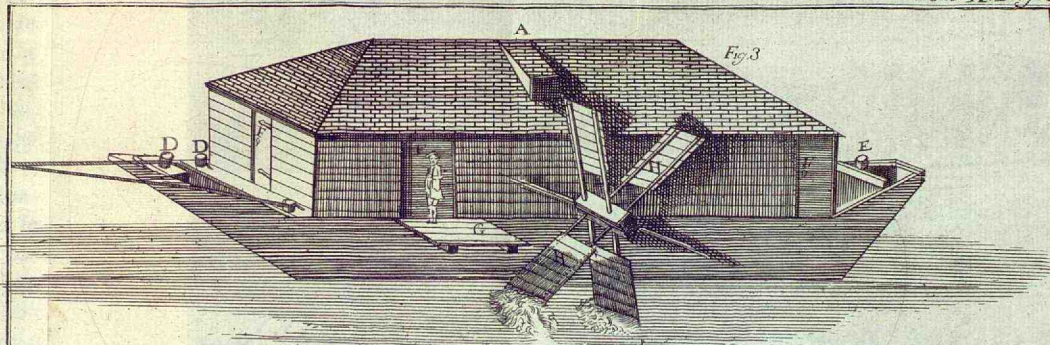


Fig. 1.

Plan y corte de un Molino, puesto sobre un barco chato à ponton.

A^{de} f.¹



1 2 4 6 8 10 20 40 60 Pies

Elevacion y Cortes de un Molino sobre un barco. *Memoria Lopez. p. 178A*

En el corte, que representa la parte posterior de la barca, se vé la muela superior desmontada para picarla, trabàjo, que es necesario tomar de quando en quando, à fin de mantener algo aspera 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 comunicò 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 consequencia el peso, para darle el que conviene, y ponerla en proporcion para moler, se echa, y fixa una plasta, ò pellada de hieffo, quando yà se reconoce notablemente disminuida.

La esquila, ò campanilla, que se vé al lado de la tolva en el corte del barco, mirado segun su longitud, està 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, comprimiendola el peso, y massa de trigo, hasta que yà queda muy poco en la tolva. Quando està el trigo casi acabado,

bado, la cuerdecilla, que se ve yà 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 tiravilla, canaleja, y tolva, que la hacen continuamente sonar. El Molinero, advertido con este aviso, provee de nuevo la tolva del trigo, que le està pidiendo, de modo, que si no se hallara prompto à la señal, no encontrando la piedra corredera materia en que exercitar la eficacia de su frotacion, destrozaria la puente, arrastrandola hasta las orillas de la piedra de asiento, en donde la colusion la haria arroja 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. Belidor.

Fig. 1. Plano de la cueva (***) del Molino.

MN La rueda impelida con la caida del agua: tiene cinco piès, y una quarta parte de piè de radio, y su exe 16 pulgadas.

O La rueda punteada, que dà vuelta sobre un mismo exe con la rueda sin puntos, encaxando, è introduciendo los fuyos en los balaustrés de la linterna P por una parte, y por la otra en los de la linterna R.

La rueda punteada tiene dos piès y medio

V. el plår,
y corte de
un Molino,
ò mächina
para aserrar

(***) A esta cueva le llaman algunos INFIERNO.

dio de radio, y 32 puntos, ò dientes.
P Linterna, que dando vueltas, hace subir, y baxar una cigueña, afida à la lâmina de hierro, que tambien hace subir, y baxar la sierra, siguiendo su movimiento.

Q La cigueña vista de plano, la curvatura se hace sensible en la fig. 2.

R Otra linterna, que dando vuelta con su exe, ò cilindro S, arrolla, y recoge un cordel, que acerca, y atrahe hacia la tierra el carro en que està puesta la pieza de madera, que se asierra; y quando esta madera llegò yà à la extremidad, de modo, que tropieza, no sirve yà el cordel de modo alguno; pero hay un Sobrestante de la obra, que arregle los movimientos de la pieza à medida, que se va aserrando. Las dos linternas tienen cada una ocho pulgadas de radio, y ocho balaustrés de dos pulgadas, y nueve lineas de diametro.

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.

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

(***) 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.

la sierra. La cigueña Q no está afida al exe, ò arbol, sino à la linterna P. La linterna, subiendo, y baxando, hace que la cigueña de media vuelta hacia arriba, y luego otra media hacia abaxo. Esta cigueña juega en el gancho, ò asía 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 cigueña 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 raiz del suelo, ò plano 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 aferrar, 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 arroja sobre su cilindro la cuerda, afida al carro.

rr Carro, ò angarillas, que llevan la pieza, que se necesita aferrar.

P Linterna, que hace andar la cigueña, y la lamina, unida à la sierra.

I Sierra mas ancha por arriba que por abaxo.

c b Vara de hierro de veinte y dos pulgadas, afida por una parte al gancho, ò asía (**) del cabestrillo superior de la sierra, y por la otra à una palanca movable, que sube, y baxa con esta vara.

a c La palanca movable, unida à esquadra con el brazo gg.

g Brazo, ò pieza de madera, que va, y viene sobre una clavija seis pulgadas encima de su union con la palanca a c.

de Hasta, ò 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 llarera de tres piés, y quatro pulgadas de diametro, comprendido el circulo punteado, que tiene 384 dientes, ò puntos ganchudos, al modo de garfios de llares, y cada diente tie-

Tom. X.

Y

(**) En la sierra BRACERA comun, la pieza, que equivale à esta asía, se llama ALACRAN.

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

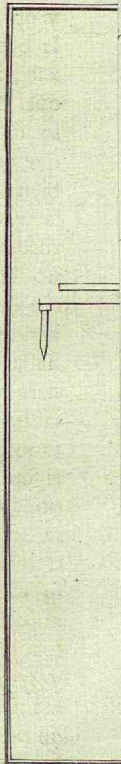
El exe de esta rueda hace andar dos linternas de à diez pulgadas de diametro, y ocho balaustres de diez y seis lineas de diametro cada uno: los balaustres se encaxan en la punteria, ò dientes, que estàn debaxo de las varas, que unen la parte anterior, y posterior del carro. Si la llarera passà adelante, el carro, y la madera, que se asierra, abanzan igualmente. Si la rueda Z se detiene, la madera suspende tambien su camino.

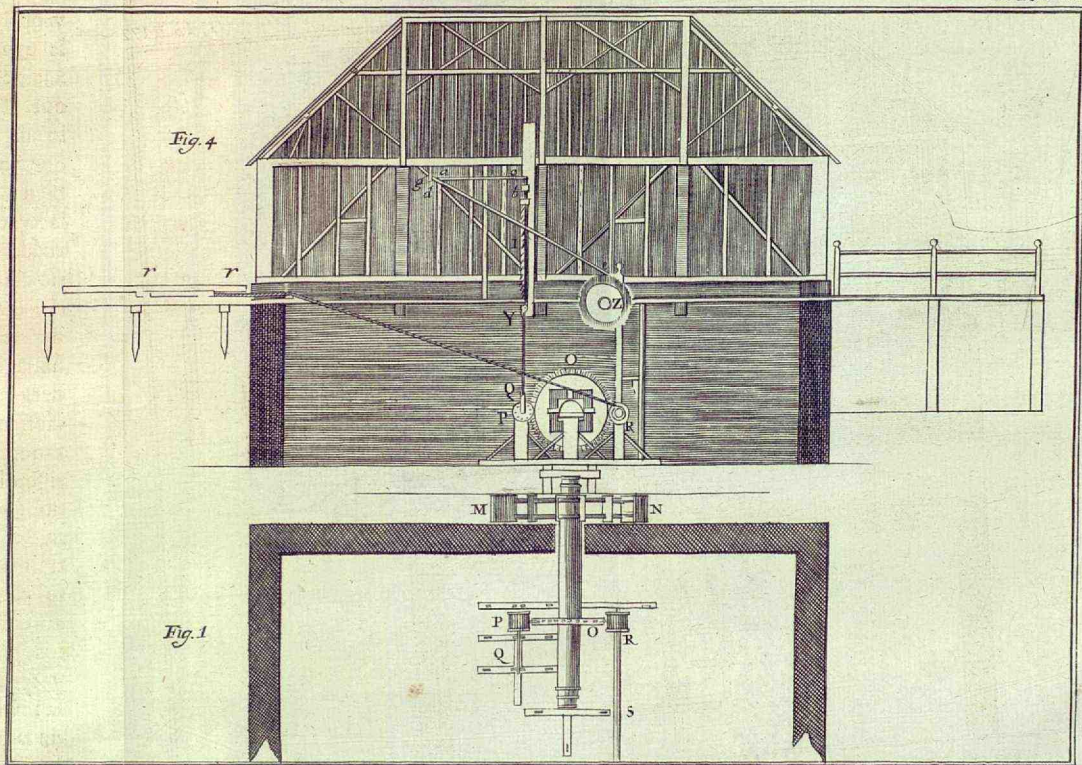
Antes de explicar el juego de estas piezas, debèmos notar, que el dia de oy, en lugar del brazo moviente g, se pone en esta màchina un exe de seis pulgadas de radio, que dà vueltas sobre dos muñones, ò puentes. A este exe està invariablemente asida la palanca a c, de suerte, que si la palanca alza, ò baxa, al exe le cabe la misma suerte. El mango e d està firme en lo inferior de este exe por medio de una visagra: con que si el exe dà vuelta, subiendo con su palanca a c, encamina la visagra desde d hàcia e, y el mango, ò hasta debe prolongarse al punto, e impeler un diente de la llarera Z. Si el brazo, ò el exe, rechazado con el descenso, y caída de la palanca c, llama hàcia abaxo la visagra, la hasta d e se dobla, recoda, y acorta. El piè de Cierva e debe, se-

gun esto, recaer del lado de acà de otro diente de la llarera. Una especie de tarabilla permite à la rueda Z dàr vueltas hàcia el un lado; pero enganhandose, ò asiendose en los dientes de garfio de la rueda, la impide dàr vueltas hàcia la otra parte. Yà al presente se puede comprehender la comunicacion del movimiento, y el efecto que causa.

Despues que la cuerda, arrollandose sobre el exe de la linterna R, conduxo yà 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 cigueña, y la corredera QY. Esta làmina corredera no puede subir sin hacer subir la sierra, la qual, llevando consigo la otra làmina b, levanta la palanca a c, que atrahe configuientemente por el mismo lado la visagra d: con que es necesario, que la hasta d e se prolongue hàcia e, ò impela, y haga passar adelante un punto, ò garfio de la llarera Z. Esta llarera, dando vueltas con su exe, las hace dàr à sus linternas, que encaxando sus balaustres en los puntos de las varas de union de la parte anterior con la posterior del carro, adelantan algunos, y por consequencia 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

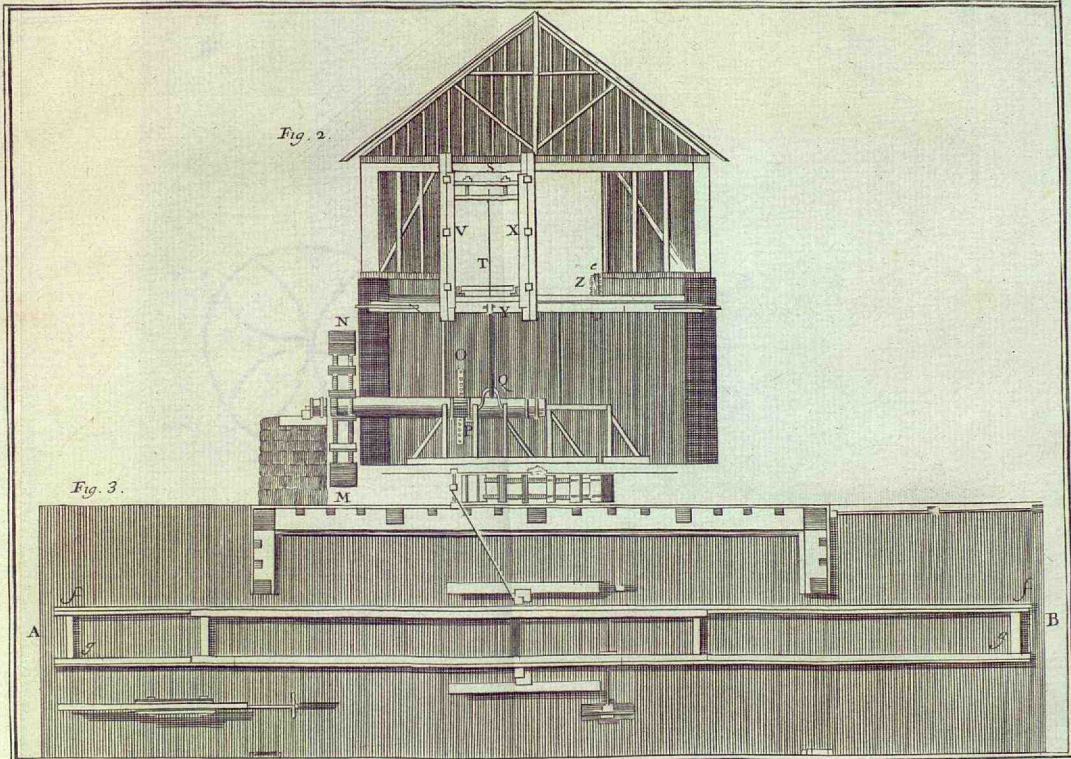
que acaba entonces de obrar. La madera se adelanta sin obstáculo, y recibe nuevos golpes, y operacion nueva con la baxada de la sierra, la qual no obra en esta màchina sino al baxar, como sucede en el trabajo, que ponen los que asietran à lo largo, ò siguiendo el hilo de la madera. La sierra debe baxar, porque la cigüeña, que la levanta, baxa tambien, y trae consigo la corredera, la sierra, la vara de hierro b, y la palanca a c. La rueda Z està entonces sin movimiento; y assi, 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 Asserradores de tablas, ò piezas grueltas, 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 facilmente, y rinden con docilidad al corte obliquo: y del mismo modo, que los brazos de estos Asserradores se adelantan, y se retiran à proposito para dàr à la sierra la inclinacion conveniente, que piden las fibras de la madera, assi la vara de hierro superior, y la corredera figuen el juego de la palanca, y de la cigüeña, de modo, que formen con la sierra





Molino.ô Machina para aserrar.

Gonz.^z f.^t



Plan y corte d'un Molino o Machina para asserrar.

sierra los angulos, 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 havia aplicado à la compuerta para tenerla levantada, y dàr curso al agua. La compuerta cae, el agua se représa, la rueda para, y toda la màchina queda sin movimiento.

En una hora assierra, y hace dos este Molino, un càbrio, ò viga bastante gruesa, que dos suertes Asserradores tendrian no poco trabajo en desembarazarle 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 armazon, ò piezas, que tiene, se llaman ARMAS de la sierra. Las dos varas, ò litones, à cuyo medio, tanto por la parte superior, como por la inferior, se añuna 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 aillos, que afirman las armas à la sierra, y los codales à la hoja, tienen el de CABESTRULLOS. En la parte anterior de estos cabestrillos hay un hilo corvo, ò pallador, à quien se le dà el nombre de ALACRAN, y en la exterior unos zoquelillos, que en lo superior, è inferior entran en los cabestrillos, y sujetan la sierra, ò hoja, se llaman CUNAS. A los que trabajan con esta especie de sierra, les dàn el nombre de CHIQUICHAQUES.

Veanse las
estampas de
el Molino
de polvora.

El Molino de polvora dibuxado por M. Leandre.

La polvora de cañon està compuesta de salitre, azufre, y carbon, el qual debe ser de madera de Bourdaine (**), que se halla con abundancia en los feros: este arbol 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 legias de muchas especies de piedras quebradas, de escombros, ò hieffones de ruinas, 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, caballerizas, palomares, ò parages semejantes, en que se juntan los animales proporcionados à estas piezas, yà sea por razon de un curso reglado, ò por transpiracion, los residuos de estercoleros, y lugares immundos, 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 massa de un peso determinado, cuyas tres

(**) Arbolito pequeño, que se halla comunmente en las selvas, su corteza es hiegra, y sirve para hacer pajuelas, &c. Veanse el Dic de las Artes, y Cien. de París L. B. En España el carbon, que ha probado mejor para la polvora, es el de la caña del cañamo, y se llama GRANUZA. 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 solidèz de las partes que arroja. Lo que nos es posible solamente brujulear en la accion terrible de la polvora, 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 seria cosa digna de desear para el reposo de los Navegantes, y sosiego de todos quantos tienen en sus vecindades la polvora, que todas estas especies de materiales, que la componen, se pudiesen mantener, ò transportar cada una de por sí, de modo, que produxessen el mismo efecto, quando en la necesidad actual se juntassen, y reuniesen. Vè aqui un servicio bien importante, que haria à la sociedad humana quien encontrasse el secreto. Yo se le pido à aquellos, que no quieren para construir el Mundo otra cosa, sino la *materia*, y el *movimiento*. Pero mientras esperamos este socorro, se continuará haciendo la incorporacion de los tres materiales en los morteros con sus ma-

nos (**), y con los riegos, ò rociaduras como hasta aquí. El mortero es una pieza de madera concava, y capaz de recibir 20 libras de pasta de la composición que acabamos de decir. En cada Molino hay 24 morteros, y se fabrican cada vez, y en cada día 480 libras de polvora, rociando cada mortero con dos libras de agua, de modo, que al secarse la rociadura precedente, se vuelve à rociar la massa. Esta massa, ò pasta, batida por tres horas consecutivas, passa de un mortero à otro. El suelo está agugereado, y se cierra con una tapa, ò pedazo de madera en forma conica 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 redonda.

(**) En la fábrica de la polvora llaman MAZAS à estas manos de mortero, que están perpendiculares sobre él, y pendientes de un TELAR hecho de tablas, sujetas à seis PIES DE AMIGO, que se llaman FRAYLES. Cada maza tiene un diente, à quien le dan el nombre de SOBARBA. El arbol, que atraviesa la rueda, y el telar, se llama MASTIL. 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 ERNOS, 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 bocas, ò pipas, que son como una cuba de tablas, y se llaman el PABON, al qual atraviesa un mástil (alguno lo que en los Molinos de harina) para que movido de una rueda de vueltas, y apretado el grano de la polvora, le vaya dando luz. Este es el modo comun con que se fabrica en España la polvora.

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. Plàn de la rueda, y de las linternas.

- A La rueda impelida al caer el agua.
- B El exe de la rueda.
- CD Dos linternas, que cada qual dà vueltas sobre su exe.
- E La rueda punteada, conducida por el exe de la rueda grande, y encaxando los puntos en los balauftres de las linternas, à las quales hace andar, una hàcia un lado, y otra hàcia otro.

Fig. 2. Perfil de la rueda sin puntos, y de la punteada.

- A La rueda sin puntos.
- B b El exe de la rueda grande, el qual introduce un gorrion, 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 aquí la linterna D. Fig. 1.
- F Las mazas de los morteros.
- G Lugares, ò puestos de estas mazas: estos puestos son dos piezas de madera agugereadas por otras tantas partes, quantas mazas de mortero huvieren para conservarlas en la misma linea, tanto al subir, como al baxar.

H El exterior de los morteros.

Fig. 3. El plàn de toda la màchina.

A La rueda.

B El exe.

C D Las dos linternas cada una con su exe proprio. Al exe, que hace andar à cada linterna, le llaman en esta màchina Herizo, por hallarse rodeado de doce pequeñas piezas de madera, que sobresalen como puas, y se llaman levas, por estar destinadas à levantar las mazas, asiendolas de una pieza de madera, que se llama *Sobarba*, y està al lado de cada maza.

E Rueda punteada.

G Lugar, ò prision de las mazas.

H El suelo de los morteros.

Si se le dà agua à la rueda sin puntos, es necesario, que la que los tiene, ande, y mueva las dos linternas C D, y sus puas, ò levas hàcia 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, passandola sucefsivamente

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

Las màquinas precedentes, y otras muchas, casi sin número, logran la felicidad de sus efectos por razon del equilibrio, que se halla entre una potencia pequeña, y otra mayor, quando la pequeña està armada de una leva, palanca, ò brazo largo, contra otro mas corto, que sirve de agente à la grande. El *Mechanico* conoce las 70 libras, que pesa un piè cubico de agua: sabe, si dà uno, ò dos pièes cubicos de agua, ò mas à la rueda, y qual es el diametro, ò longitud de esta: valua la accion juntamente con la caída del agua, que la pone, y mueve la rueda: sabe quanto pesa la maza del mortero, y quanto las quatro, que el herizo, y sus puas, ò levas tienen continuadamente suspensas: compara las relaciones reciprocas 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 degenera en temeridad, quando se camina à ella sin haber previsto los impedimentos, y calculado los gastos.

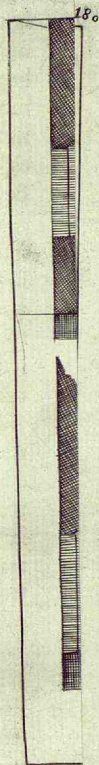
Ademàs de la feliz aplicacion de la pa-

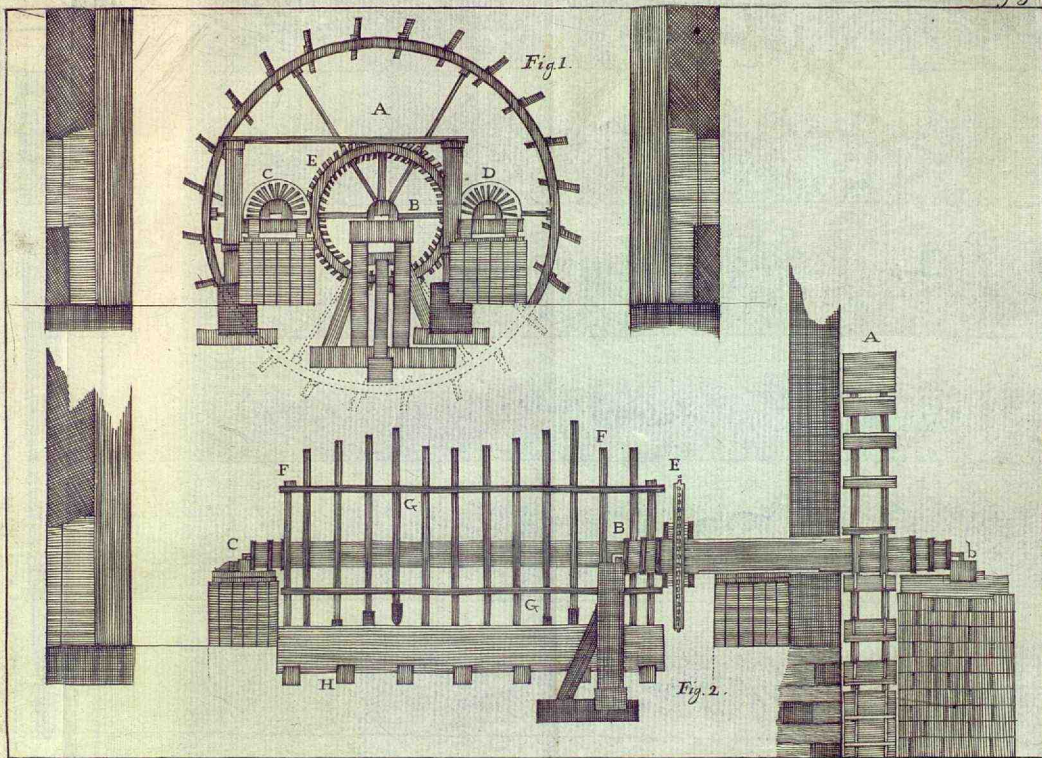
lanca à tantas especies de màquinas, que aumentan, casi sin tèrmino, el poder del hombre, y el buen suceso de su trabajo, tenemos tambien otro medio, no menos simple, ni de menor servicio en las mechanicas. Este es el *plano inclinado*; à cerca del qual se ha de advertir:

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 estrive en la tierra, es menester sostener todo el peso: con que la potencia debe ser igual, ò superior à la resistencia de la pesadèz total para poder gobernarla.

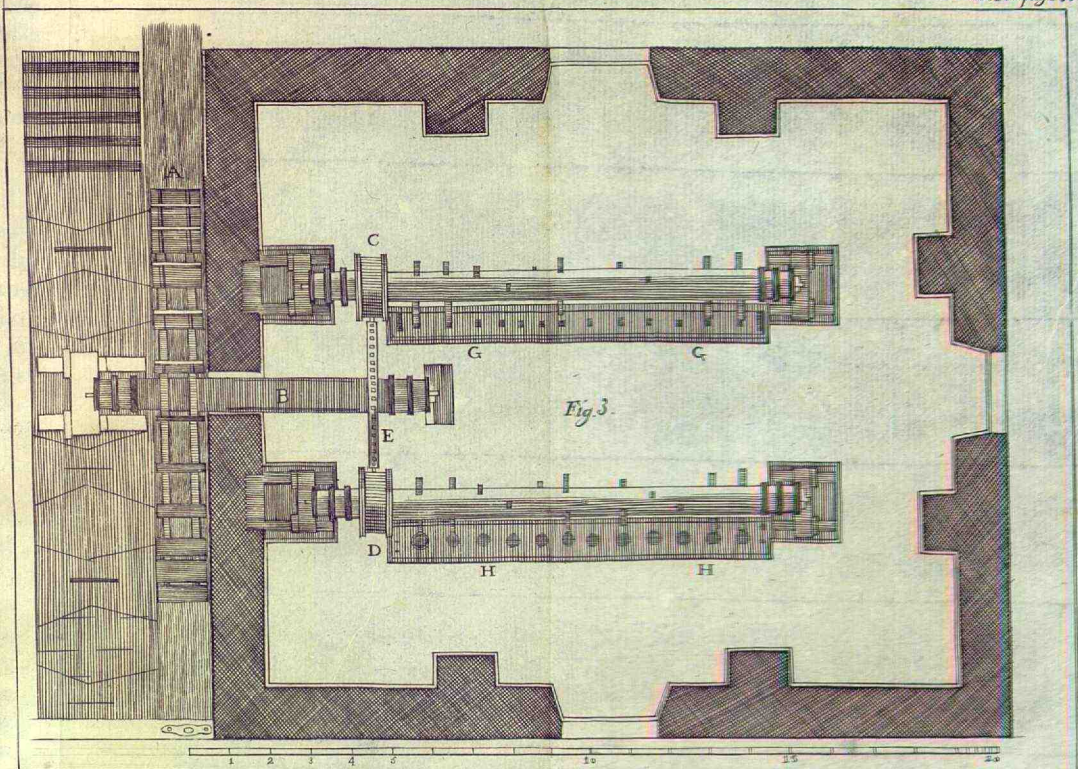
2.º Quando el peso està en tierra, la linea de su caída hallò un obstàculo invencible, y no puede baxar mas: mirase sostenido, y por decirlo asì, reposa, segun la proyeccion de una linea directamente contraria à la de su gràvedad. Estas dos lineas se destruyen mutuamente, y el cuerpo permanece en quietud: puedele mover, ò por un terreno sin pendiente, ò por una superficie inclinada. Si se quiere que camine por un plano horizontal, ò sin pendiente, la idèa ferà facil de executar; y tanto mas, quanto este cuerpo se halle terminado por un gran nùmero de superficies, que le aproximen à la figura rotunda: porque no estrivando en este caso, ni sirviendole de basa sino una superficie





Elevation de vn Molino de polvora.

A. f.



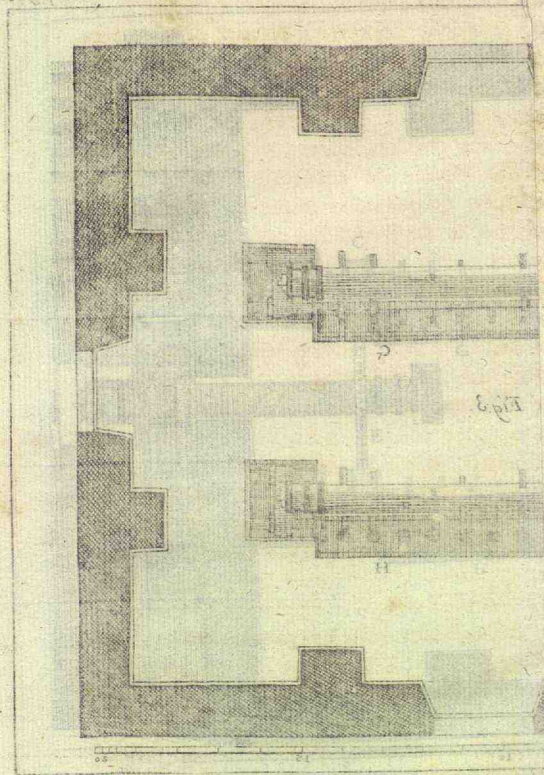
Plan de un Molino de polvora.

A. f.

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 centrico de la massa, 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 impedirà con un pequeño impulso, y la parte, que no se ve impelida, cederà para ir à buscar un nuevo apòyo, ò nueva bafa, que la sostenga, y por consecuencia este cuerpo rodarà. 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 hàcia el lado opuesto al del impulso. Tal es el beneficio de las rotulas, 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 determine de un lado mas que de otro.

3.º Entre el movimiento de los cuerpos,
que

Figura 1.ª



Figura

que suben, ò baxan à plomo, y el camino de los mismos cuerpos transportados horizontalmente, hay otro tercer modo de dirigirlos, y es, haciendolos 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 hacia otra linea de gravitacion, que le dirige, y lleva hacia el centro de la tierra.

Pongase 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 tuerzase un poco, y caerà al suelo con tanta mas facilidad, quanto fuere mayor la inclinacion hacia 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 està mas inclinada al horizonte: y se encuentra tanto menos aliviado, ò mas pròximo à toda su pesadéz

sadéz natural, quanto el plano sobre que camina, se aleja del horizonte, y aproxima à la perpendicular: luego el terreno inclinado es un medio para gobernar las mas vastas, y pesadas masas. Vase, pues, de este conocimiento, y experiencia el hombre, y disminuye, y como que arruina dieftramente la pesadéz de los cuerpos. Sabe cargar una parte de ella à la tierra para tomar à su cargo, ò sobre si aquello solamente de que puede señorearse. No se han olvidado los Geometras de calcular esta disminucion de pesadeces, y expressarla por medio de lineas, que la reduzcan à regla (a).

Pero

(a) *Que una potencia, à quien yo llamo P, sostenga el cuerpo MGF de figura espherica 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 reciprocamente como las perpendiculares FA, FD, tiradas del punto del contacto F à las direcciones CP, CE. To 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 si misma. Del punto g tirese la gN paralela à la base HO: el centro C en el descenso se habrá aproximado à la base la cantidad, ò termino CE: y assi, el peso MGF habrá corrido hacia el centro de la tierra, siguiendo su direccion el valor de la linea CE, quando el centro C baya llegado à g. Del mismo modo si se tira la CG perpendicular à la direccion e p, 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.*

ro

Vease la primera estampa de las fuerzas motrices. Fig. 1.

Pero sin que hagamos recurso à comparacion de líneas, y de triangulos para determinar la de la potencia, y el peso, la experiencia ha bastado muchas veces para hacerlo conocer, y aun para medir el respeto, y proporcion de las potencias, que se contrabalancèan en un plano inclinado: nuestros declives, caracòles, y escaleras no son otra cosa, que planos inclinados, cuya incomodidad se aumenta à proporcion, que estàn inhiestos, y se acercan al aplomo, ò perpendicular. Si se quiere subir una cuba de vino sobre un carro, se forma de este un plano inclinado, levantando el pertigo. Si se ideà

trans-

ro supuesto que la potencia *P* se ve obligada à ceder en esta hypotèsis, se sigue, que el espacio, que corrió contra su propia direccion, quedará medido, quando el centro llegue à *g* por la parte *G* 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 líneas *CL*, *GE*.

Es preciso prolongar la direccion *CMP*, basta que corte el plano inclinado *SH* en el punto *B*. El triangulo *gCE* es semejante al triangulo *ECN*; porque siendo el triangulo rectangulo, le divide la perpendicular *CE* en dos triangulos semejantes, teniendo el *N* comun, y cada qual un angulo recto. Como *FD* es paralela à la *EN*, el triangulo *CFD* es semejante al triangulo *gCE*: con que los lados homologos, que es lo mismo que opuestos à angulos iguales, son proporcionales: y así, *gC* es à *CF*, como *CE* à *FD*. La hypotènusa de *gCE* es à la hypotènusa de *CFD*, como el lado menor de *gCE* es al lado menor de *CFD*.

Del mismo modo los dos triangulos *ACF*, *LgC* son semejantes, porque el triangulo *LgC* es semejante al trian-

gulo

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, una los dos terrenos; y quanto de mas lejos comiencen los tablones à formar el declive, ò cuesta, otro tanto

gulo *CFB*, pues los angulos en *L*, y en *F* son rectos; y además de esto los angulos alternos *gCL*, *CBF* son iguales: con que los triangulos *LgC*, *CFB* son semejantes. Porque la perpendicular *FA* divide el triangulo rectangulo *CFB* en otros dos triangulos semejantes entre sí, y al grande, siendo el triangulo pequeño *ACF* semejante al triangulo *CFB*, es tambien semejante al triangulo *LgC*: con que los lados homologos de los triangulos *LgC*, *ACF* son proporcionales; y así, *gC* es à *CF*, como *CL* à *FA*: y como se acabe de probar, que *gC* es à *CE*, 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 reciprocamente 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 correva el peso, siguiendo la direccion de su pesadez, será asimismo igual à *CE*, y el que la potencia *P* correrá contra su direccion, moderando la caída del peso, será igual à *gC*: y estos espacios son entre sí tambien en este caso como las perpendiculares *FD*, *FA*, tiradas del punto del contacto *F* à las direcciones *CE*, y *gCMP*, y por consecuencia la potencia, y el peso son reciprocamente como los espacios corridos: con que hay equilibrio. Porque los espacios *CE*, y *gC* constituyen con la *E* un triangulo rectangulo *gCE* semejante al triangulo *HSO*: supuesto que hay equilibrio si la potencia es al peso como *CE* à *gC*, le habrá tambien si la poten-

Tom. X.

Aa

cia

Fig II de la
misma es-
tampa.

tanto será mayor la facilidad de subirla. De aquí 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, ò lo que es lo mismo, que una potencia pe-

cia es al peso como la altura SO del plano inclinado à su longitud S H.

Fig. II.

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

Ademàs de esto, se puede tambien observar, que en la primera de estas tres disposiciones, la dirección de la potencia, que se acerca mas à la perpendicular que el plano inclinado, no saca tanto servicio de este plano, ni tanta facilidad, como obtendria si imitasse la inclinacion. Vese bien claro en la tercera disposicion de GMP (Fig. II) que la dirección de la potencia se aproxima mas à la base que el plano inclinado, y 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 dirección de la potencia es paralela al plano, y la fuerza de esta potencia se disminuye respectivamente à el peso, como la longitud del plano se aumenta respectivamente à la altura, ò atendida la altura del plano.

queña, que atraviesse un espacio grande, puede ser equivalente en fuerza à otra potencia mas poderosa, que corra un pequeño espacio. El Carretero, ò Galerero, que se halla empantanado, y sumergidas hasta el exe las ruedas de su carruage, no se pone à deliberar si defatollarà su carga, levantandola à plomo hacia lo alto, y sacandola perpendicularmente hacia arriba, del pantano en que la mira. Su Gato le serviria de poco, no haria 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, caba, y desmonta el terreno por delante de las ruedas, y forma junto à las pinas de las ruedas dos pendientes suaves: quanto mas lejano empiece à formatlas, aproximandose al nivel por medio de la longitud, tanto mas facil será la salida, y libertad de las ruedas. Un exemplo acabará por ultimo de hacernos entender, como se fixa la medida de esta facilidad, 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 toesas sobre el llano, y cercada por una parte de rocas enteramente escarpadas, y por otra de un terreno pendiente, ò en declive. Este terreno, ò puede ser muy rec-

to, y arduo; pongo por exemplo, si tiene quarenta, ò quarenta y cinco toefas de longitud, y treinta de altura; ò puede haber en el un camino, que forme muchos tornos, y recodos, de modo, que llegue à equivaler con sus vueltas à 100, ò 150 toefas; ò se estiende por naturaleza à una amplitud, que le haga suave, y facilmente accesible, v. g. de 300 toefas de largo, siempre à solas 30 de altura, ò de 500, ò de 4000. En todas estas disposiciones es necesario lo primero saber la distancia horizontal, que hay desde el lugar donde està el cañon hasta el piè de la Ciudadela: y lo segundo se ha de notar, que hay que subir 30 toefas, ò 180 pièes de altura para montar la pieza en su bateria. Tres caballos pueden bastar para llevar el cañon de 3000 libras por la linea horizontal: pero para vencer las 30 toefas de altura, es necesario mas ò menos esfuerzo, conforme à las varias disposiciones de la inclinacion del terreno. En la primera, que es solo de 40 toefas de longitud, y 30 de altura, será mas conveniente subir el cañon con poleas, 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

toefas, y sobre otro declive 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 toefas, 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 passo 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 ultima 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 aquí se funda este nuevo principio de *Mechanica*: *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 reciprocamente entre si 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 presión muy fuerte. La separacion de los labios, ò lados de la abertura corresponde à la altura vertical, y la infinuacion de la cuña en la madera à la longitud del plano; y así, quanto la infinuacion es mayor, y la abertura mas pequeña, menos 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 màquina, à que llaman Rosca (**), que es un plano inclinado, dispuesto al rededor de un cilindro. Es de dos maneras: la rosca interior, ò usillo, que tiene sus espiras de relieve, y la rosca exterior, que tiene las espiras,

La Rosca.
Fig. III.

(**) Esto es cierto, y seguído, no obstante, que D. Vicente Tosca tom. 3, Comp. Math. trat. IX de la Mach. prov. 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 cilindros, el uno concavo, y se llama MATRIZ, ROSCA HEMBRA, y mas comunmente TUERCA: el otro cilindro, que se llama USILLO, ajusta en la tuerca, introduciendose en ella, y subiéndolo, y bajando 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 entre hueca, y hueca hay un relieve, y entre relieve, y relieve una hueca, y el conjunto de huecas, y relieves componen las espiras, ò Helices. En algunas prensas hay dos usillos, y en lugar de Tuerca baxa una tabla, à que llaman VIGUETA, y cae sobre otra, en que està lo que se va à prensar, ò oprimir, y se llama MESILLA. En algunas partes varían no poco, y especialmente à lo que aqui llamamos RELIEVE, y le llaman muchos ALTO, ò PASSO de las huecas.

piras, ò helices focabadas, para que el relieve de la una entre, y ajuste en las huecas de la otra. En esta màquina se halla el servicio de la palanca con muchas ventajas. Hacefe caminar el cilindro con sus roscas à modo de torno, y à medida, que las espiras caminan obliquamente, y entran en la tuerca, adelanta el usillo algunos puntos en la altura vertical, y levanta lo que halla encima, è impele, y comprime perpendicularmente lo que està debaxo: y quanto estas espiras de tuerca, y usillo están mas cercanas unas de otras, menos es menester, que trabajen, y caminen, no obstante, que no hay instante en que no adelanten hacia el termino que buscan. Esta es una comodidad semejante à la que se encuentra al arribar à la cima de un monte, desde donde se descubre un Pais hermoso, y agradable, con el trabajo solo de subir por un declive, ò cuesta, à quien las vueltas, y recodos hacen insensible, y suave, de modo, que apenas se diferencie de la linea horizontal. Así 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 mas de la fuerza que del tiempo.

Aunque las froraciones sean grandes en el uso de la rosca, à proporcion 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 suaviza quanto es posible: lo primero, con la perfecta conformidad de la altura, y del diametro de las espiras interiores, y exteriores en toda la extension, que tienen: y lo segundo, por medio de la longitud, que se dà à la palanca, que hacen subir, ò baxar la tuerca. La utilidad, y servicio còmodo, que nos franquea esta màchina, se deduce de la comparacion de los espacios corridos por el cilindro, y por la palanca, segun los principios, que yà tenemos insinuados, de que las potencias, prescindiendo de las fuerzas, estàn 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 circulo; y asi, por consequencia serà la palanca, ò brazo, y fuerza, que se le aplica, la sexta parte de el circulo, que forma un poco menos. Si el camino, que anda la tuerca con la resistencia en linea perpendicular, es la centesima parte del que anda la palanca, la potencia de una libra, aplicada à la palanca, levantará, ò harà baxar una resistencia

ria del valor de cien libras aplicada al cilindro, ò al usillo. Tal es la medida del auxilio, que se encuentra en esta màchina, aunque con mermas, y disminuciones desiguales en las prensas de las Imprentas, en las de paños, y telas, y en todas aquellas prensas menores en que se baxa la màchina por medio de una larga palanca, puesta en una rosca muy faerte, ò en un usillo, por quien baxa la viga sobre el pic de la ubi en un Lagar, ò sobre la pasta en un Molino de aceyte.

Diximos, que le podría faltar à este cálculo una exactitud absoluta en la práctica, no porque ignorèmos la proporcion de la linea recta con la linea circular, siguiendo el mètudo de reducir la del circulo à poco mas de tres diametros, lo qual es suficiente para el uso comun de la vida; sino porque en la mayor parte de las màquinas, y principalmente en estas, son inevitables las froraciones 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 pudiere, aunque lo procure, triumphar de ciento, conseguirà la victoria de ochenta: y su trabajo es todavia mas estimable en este caso, quando yà hà previsto, y conocido el desfalque, pues el procurará compensarle.

La rosca se sujeta à el inconveniente de no servir, sino baxando, ò subiendo la tuerca, y teniendo el usillo 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 à parecer un prodigio, quando se le junta, ò añade el rodage, y entonces se llama perpetua (**).

Rosca perpetua.

fig. IV.

En la rosca, que hemos dicho, una vuelta entera de la cigüeña, ò manubrio hace, que adelante la tuerca lo que hay de una espira à otra, y quanto estèn mas vecinas las espiras, tanto el servicio es mayor, y el uso mas facil, à causa de la superioridad del espacio corrido por la palanca, ò fuerza moviente respecto del término, que anda la tuerca. En la rosca, à que llaman perpetua (**), y que consta de un cilindro, y una rueda, el cilindro dà vueltas sin mas movimiento; esto es, sin passar adelante, ni volver atrás; pero la rueda, cuyo plano es paralelo à este cilindro, ò cuyo exe es perpendicular al exe de la rosca, presenta sus puntos, ò dientes à las espiras del cilindro, y dando las espiras vueltas con èl, impelen los dientes, que se entran, y encaxan en sus intermedios, ò

hue-

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

(**) O COMPUESTA. Véase Torsca lugar cit. prop. IV.

huecas, entrando, y saliendo con una revolucion perpetua.

La primera ventaja de esta màchina consiste en la comparacion del espacio corrido por la cigüeña, mas, ò menos larga, y el espacio, que sepàra una espira de otra. La segunda ventaja se saca de la comparacion del radio de la rueda con el radio del timpano, ò rotula B, que trahe la rueda consigo, y de que cuelga el peso A. La suma de todo esto es facil de calcular. Supongamos, que el intervalo entre dos espiras es como 1, y la circunferencia de una vuelta de la cigüeña es como 100: supongamos tambien, que el radio de la rotula sea como 1, y el radio de la rueda punteada como 5, esto es, 5 veces mayor que el de la rodaja, ò rotula. Multipliquese el radio de la rotula por el intervalo que hay entre las dos espiras. Multipliquese tambien el radio de la rueda por la circunferencia, que la cigüeña describe en una vuelta, que dè, y la proporcion entre la potencia, y el peso, serà como la que hay entre estos dos productos: porque si la potencia, por exemplo, su mano de Vm. estuviera inmediatamente aplicada al punto C de la rueda, (Fig. IV) la accion de la mano seria al peso A, como el radio de la rotula al radio de la rueda. Si el radio de la rotula es la quinta parte del radio de la rueda, basta que la

fuerza, que pone la mano, aplicada à la circunferencia de la rueda sobre el diente, ò punto C, sea la quinta parte de la pesadèz 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 C las espiras de una rosca perpetua, se adquiere una fuerza muy superior à la precedente. La fuerza, que Vm. pone al presente con su mano, es à la resistencia, que experimenta en C, como el intervalo, que separa dos passos del cordon espiral, ò dos espiras (*), es à la circunferencia, que describe la mano, aplicada à la empuñadura de la cigueña. Si el intervalo, que hay entre las dos espiras, es solo la centesima parte de la circunferencia descrita, bastarà, que la mano ponga una fuerza, que sea la centesima parte de la resistencia, que se experimenta en C, porque la resistencia es, segun hemos visto, solamente la quinta parte de la pesadèz del cuerpo A: con que basta, que la fuerza, que pone la mano, sea la centesima parte del quinto del peso A, ò que esta fuerza sea al peso como una libra à 500. Porque estos

nume-

(*) Es cosa indiferente, que la potencia tire, y haga fuerza contra un plano inclinado, ò que el plano inclinado impela la potencia. Todas las acciones parciales de los puntos de una espira contra el punto, ò diente, que se le presenta, son perpendiculares à la altura del plano inclinado, y paralelas à la base. Porque ya vimos en la nota de plano inclinado, que quando la direccion de la potencia, como G M P, era paralela à la base, era la potencia al peso como la altura à la base: y aqui la vuelta del cilindro es la base, y el intervalo de una espira à otra expresa la altura del plano.

numeros son el uno el producto del radio r , que es el radio de la rotula, multiplicado por el espacio entre dos espiras, expresado tambien por r , y el otro el producto del radio s , que es el radio de la rueda, multiplicado por la circunferencia 100, término, que corre la cigueña, comparado al intervalo de las dos espiras: uno por uno dà uno; cinco por ciento dà quinientos: con que la potencia es al peso como el producto de el radio del timpano, ò rotula, y del intervalo de las dos espiras, al producto del radio de la rueda, y de la circunferencia descrita por la cigueña de la rosca. Esta segunda ventaja de la rosca se puede aumentar sin término con la multiplicacion de las ruedas, con prolongar la cigueña, y con todas las proporciones favorables.

La tercera ventaja de esta màquina es poder estender su accion à largas, y dilatadas distancias. Las ruedas, que acompañan à la rosca perpetua, tienen su exe, y su rotula, ò rodaja, al rededor de la qual se puede arrollar un cordel, ò maroma, que levantará el fardo mas enorme, y le facará de donde quiera que este.

La rosca perpetua, que vemos tan à propósito para el manejo de los pesos mas excessivos, que se necesitan transportar, ò mudar de una à otra parte, no es menos apta

para

para moderar la caída, ò descenso de otros. Esta idea la encontramos en los ingenios, ò asadores comunes, cuyo mèrito principal, despues de preparar sucesivamente al fuego con una detencion uniforme todos los lados de qualquier pieza de carne, està en prolongar el servicio de un cuerpo pesado con la dilacion de su descenso. Este peso, ò cuerpo pesado imita la lentitud de la primera rueda, que accelera el movimiento de la segunda, porque esta dà otras tantas vueltas, como dà el piñon, 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 modera, y aun embota, y suspende su misma velocidad por medio de dos, ò quatro brazos grandes de hierro puestos en el cilindro de la rosca, y que resisten al movimiento de el mismo cilindro à proporcion de su longitud, y de la massa de plomo, que hay en sus cabos, ò de los volantes, que se les pueden poner con una superficie grande para que encuentren mayor volumen de ayre con que tropezar, y que vencer.

La rosca, ò el plano inclinado, que se retuerce, ò enfortija sobre un cilindro, ha tomado, ademàs de esto, multitud de figuras de grande uso,

uso, y conveniencia en las necesidades de la vida. Si el cabo del cilindro està aguzado, ò es puntiagudo, viene la rosca à ser un tirabuzon, ò 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 proposito. Ademàs de esto se han llegado à hacer las espiras de semejantes instrumentos, ò planos afiladas, y corrientes, focabandolas, y disponiendo las huecas hacia la extremidad, de fuerte, que las partes de la madera, cuyo lugar ocupa el instrumento, vãn dando passo 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 aquí se halla del mismo modo la proporcion inversa de las potencias à los espacios corridos, de fuerte, que la fuerza de las manos, que barrenan, ò taladran una madera muy solida, solo tienen la necesidad de ser à la resistencia, ò materia, que se agugerea, como es el progreso de la rosca en la madera à la longitud del brazo de la barrena, ò taladro.

Esta

(**) El SACA-FONDO es un instrumento de hierro, que usan los Toneleros; ò que fabrican toneles, y cubas, para sacar la ultima dusa del tonel, y ponerla en su lugar. La empuñadura es un círculo, ò anillo, y la punta en forma de barrena, y algunos le dan este nombre. Veanle el Dic. de las Cienc. Sob. y Ordin. pal. TIRE-FOND. El Italiano traduce FORATOIO, que es lo mismo que Barreno, vease la trad. y los Dic. de Anton. y la Cmis. En España no parece que está en uso este instrumento, à lo menos en muchas partes en que se hacen cubas.

Esta misma proporcion de fuerzas à los espacios corridos se vuelve à encontrar tambien en el balancè de los licores. MM. Pascal, Mariotte, y Belidor, han ilustrado con el mayor cuidado, y felicidad los principios de la Estatica, dandonos 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 Mathematicas, en que se han hecho grandes progressos, todavia està sujeta en muchos puntos à varias contestaciones, y dudas. Cada dia se descubren en ella nuevas causas de recelar, y poner el mas exacto cuidado para evitar el error, y los mas inteligentes en esta materia tienen la prudencia de no arriesgar grandes intentos, è ideas, sino es despues de asegurar el logro con pruebas reiteradas.

A los exemplos precedentes, en que vé Vm. suficientemente, què especie de sabiduria, y conocimiento pone al hombre en posesion de su dominio, no añadirè, para total cumplimiento de mi promessa, sino una cosa sola: esta es la penetracion con que los Opticos 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

LA OPTICA.

CONVERSACION QUARTA.

Comencèmos por el mètodo de los Opticos, y passaremos despues à los provechos, que se facan de el. Al caer la luz sobre superficies, que le son impenetrables, y al llegar à encontrarse con cuerpos, que le franquean el passo, experimenta diversidad de accidentes. Los cuerpos opacos la rechazan à lo menos en parte, y los cuerpos diaphanos no la dexan passar sino encorvando la linea, que seguia: estos recodos, y dobleces, que padece, ò recibe la luz, yà sea al torcerse en los cuerpos transparentes, ò yà sea reflexando en los opacos, son otros tantos angulos. Todo el acierto, que nos comunica la Optica à cerca de los efectos de la luz, y sus mutaciones, depende absolutamente de el conocimiento de los angulos, 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 angulos, inscribiendolos en sus circulos para juzgar de un angulo no conocido con la ayuda de su arco, de senos,

Tom. X.

Cc

y

y de otras líneas ya conocidas; pero principalmente para establecer en todas circunstancias, y casos una diferencia constante, y assignable entre el ángulo de incidencia, y el ángulo de refracción. 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, ò el de la secante. O si no, nos podremos contentar con la consideracion de las líneas, que forman los radios, y las superficies para tomar triangulos semejantes, cuyos lados correspondientes se pongan en proporcion. De fuerte, que el conocimiento de muchos lados, ò de muchos ángulos ayuda à conocer el lado, ò ángulo no conocido. Y ya sea, que se use de los triangulos semejantes, ò que se empleen los focorros de los senos, y otras líneas subsidiarias, se procede casi siempre por medio de la regla de tres, ò 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 fabrica del hombre.

La proporcion es el conjunto de muchas razones comparadas, ò la semejanza de las razones. La relacion, ò respeto de una línea

à otra, ò de un numero à otro es lo que se llama razon. La razon de 6 à 12, es ser 6 la mitad de 12. La razon de una línea de 6 pulgadas à otra línea de 18, es caber, ò hallarse tres veces comprendida en este numero. En la razon de 6 à 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, ò el respeto del uno al otro se compara tambien con no poca utilidad con el respeto, ò relacion de otros dos términos, que se consideran, y de que se trata; de los cuales 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 à 3, como 6 à 18. Aquí 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 entre dos términos, con la razon que hay entre otros dos, es, segun esto, la que se llama proporcion: y esta comparacion comunmente està compuesta de quatro términos diferentes, que son los dos extremos, y los dos medios: en la proporcion dicha 1 es à 3, como 6 à 18: 1, y 18 son los extremos, y 3, y 6 son los medios.

Muchas veces subsiste tambien la proporcion entre tres terminos solamente, porque el consequente de la primera razon puede ser repetido, y venir a ser antecedente de la segunda: y entonces se llama medio proporcional: v. g. como 2 a 4, 4 a 8. El termino 4 es medio proporcional, y se halla repetido, porque 2 es la mitad de 4, como 4 la mitad de 8. 1 es a 11, como 11 a 121; porque como la unidad, repetida 11 veces, es 11, o como la unidad se halla 11 veces en 11, asi 11 se halla 11 veces en 121, u 11, repetido 11 veces, son 121: once, pues, es aqui el medio proporcional, por entrar, quando corresponde, dos veces en las dos razones, entre quienes se hace la comparacion.

La proporcion se puede ordenar de muchos modos, que comprenden todas las aplicaciones, que es dable hacer, y el fruto, que se puede sacar de ella. Consideremos solamente la propiedad mas importante de la proporcion, y su practica 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 terminos, multiplicado el medio por si mismo, es tambien el numero que sale, igual a la multiplicacion mutua de los extremos. En esta proporcion, 2 es a 4, como 3 a 6, los extremos

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

Siendo, como es, siempre invariable, y siempre constante esta igualdad de productos de los extremos, con el producto de los medios, nos franquea la grande utilidad de que juntos ya, y conocidos los tres terminos primeros de una proporcion, obligan al quarto, aunque no conocido, a descubrirse. Si tres Obreros me consumieron este año 80 fanegas de trigo, quanto consumiran 12 trabajadores otro año? 3 es a 80, como 12 a otro quarto termino, 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 numero, que debe salir, o venir por quarto termino, del mismo modo que 80 se halla 12 veces, o 12

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

Esta operacion, que es la misma en la comparacion de los numeros de las magnitudes, y de las fuerzas, se llama, como Vm. 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, ò el signo, escribiendolas de esta fuerte: 1, 3 :: 6, 18. 3, 80 :: 12, 320. Y quando se emplea un medio proporcional, se escribe así: $\frac{25}{50} :: \frac{50}{100}$, en lugar de 25, 50 :: 50, 100 (**).

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

(**) De modo, que los quatro puntos :: es lo mismo que decir como :: esto es, por exemplo, 1 à 3, como 6 à 18, &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 que los cuerpos, que se mueven rapidísimamente, parece que estan en quietud, y sin el menor movimiento.

1.º Suponiendo la igualdad del angulo de reflexion con el angulo de incidencia (*), establecen los Opticos una regla muy inteligible, y simple para determinar promptamente la altura de un Campanario, ò la copa de un arbol, con la inspeccion soia de un espejo. Tomese, dicen, un espejo de faldriquera, y pongase en el suelo en la parte en que se empezare à ver la cumbre de la torre, ò cruz, cuya elevacion se busca; y quando, adelantando, ò atrassando la luna del espejo, se vè yà el punto de la altura en que està el gallo, ò veleta, dexese puesto horizontalmente el espejo, ò echado sobre la tierra, y tomese la distancia que hay entre los piès de quien mira, y el espejo, y despues la que hay desde el espejo hasta el piè de la torre. Concibanse, ò tirense tres lineas perpendiculares, y separadas con otras tantas pequeñas partes proporcionales, como se hubiessen hallado piès en estas dos distancias. Lo 1.º una linea, à quien llamaremos

Medir una altura con solo el auxilio de un espejo.
Fig. 1. de la Optica.

h,

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

(*) Veafe el Espectaculo de la Naturaleza tom. 4, conv. 8;

h, que será la altura del Espectador, ò 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 de el Espectador h tirese una linea à la incidencia P. Este es el rayo reflexo. Tirese otra linea debaxo del mismo angulo desde P hasta tal punto indefinido H, à que pueda llegar, cortando la G H. Este será el rayo de incidencia. Porque el rayo incidente H P hace con la linea H, y con la perpendicular P dos angulos iguales, pues son alternos entre paralelas: lo mismo executa tambien en su reflexion entre la perpendicular P, y la altura del Espectador h: el angulo G en el triangulo grande es recto; y en el pequeño lo es el angulo d, siendo cada uno de 90 grados: por otra parte por ser los angulos H, y h iguales de una, y otra parte, es necesario, que cada triangulo complete su igualdad à dos angulos rectos, con la igualdad de los dos angulos, que quedan al un lado, y al otro de P: luego el triangulo 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 piés. De la linea, que forma el Espectador à la incidencia P contamos la pequeña distancia de dos piés. Supongamos (aunque la figura es mas pequeña, que lo que pedia una medida exacta) que desde el punto de incidencia en don-

donde se vé el gallo, ò veleta, en el punto P, se han hallado 70 piés hasta el de la torre: poniendo, pues, en proporcion estos tres terminos primeros, debémos 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, así 70 piés, distancia mayor, à un quarto termino, aun no conocido de la altura de la torre. Multipliquense los medios 5 y 70 uno por otro, y el producto será 350. En este termino, quantas 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 175 será el un extremo, que multiplicado por el primero, que es 2, dá lo mismo que los dos medios 5 y 70; esto es, dán una, y otra multiplicacion 350. Tenemos, pues, yá el quarto termino de la proporcion, y el gallo, ò veleta de la pyramide 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 pie, ò cimiento sea accesible. (**)

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

(**) Pues ordenados los terminos, multiplicando el 1.º por el 3.º y partiéndole por el 2.º, tenemos el 4.º termino que se busca.

Por qué
quando los
cuerpos cam-
minan muy
veloces pa-
rece 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 circuito 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.

Figura 21

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, ó seno total; porque estando el radio supuesto de diez millones de partes iguales, y supuesta tambien, como lo està, la tangente, corrida en un segundo, de 727 partes solamente, esta tangente es un espacio insensible; y la secante en este caso aun no se ha separado, ni se distingue del radio para la vista: con que el cuerpo que ha corrido, aunque velozmente, esta 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 angulo, mayor que la medida, que acabamos de decir: por exemplo, se percibirà este movimiento, y mutacion de lugar, quando la secante que le conduce haya llegado à V.

La

La Astronomía (*) prueba la verdad de esta proporcion, y determina, y fixa la abertura, que es preciso dar al angulo, para hacerle sensible. Corriendo un Astro en 24 horas los 360 grados de su revolucion 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, ó seno total de diez millones. Tal es, por el cálculo, el respeto que se halla entre 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 està quieto. Esto mismo sucede en todo cuerpo movido, en cuyo movimiento se encuentra esta misma proporcion. Si el espacio corrido no es à la distancia de la vista, sino como 727 à diez millones, la razon 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 dà con se-

Dd 2 me-

(*) 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 Musschenbroeck, y del P. Regnault, &c. Pero al modo, que usando estos sábios Mathematicos de las proporciones, que se hallan entre los diversos senos, secantes, y tangentes, supusieron las tablas de todo esto ya compuestas, sin tomar por sí este trabajo; podremos 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 utiles.

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 passa.

1 Los cuerpos luminosos, assi como los cuerpos sonoros, obran circularmente, produciendo su accion en la esfera que los rodea, y las superficies que encuentra la luz la hacen reflectir, como reflecte tambien el sonido.

2 La luz, como el sonido, desde qualquiera parte que la arrojen, ò impelan, obra en linea recta.

3 Esta es la causa porque las lineas, 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, oponiendoles esta, 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 Acostica, 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 tòque de una campana, que antes se percibia con dificultad desde el mismo parage, es por-

Progreso
de la luz.

(**) O corneta, ò trompetilla.

porque las lineas del sonido de la bocina, ò campana se doblaron, encontrando en el camino que seguian alguna madera, pared, peñasco, ò ayre mas espeso; y aun solas una, ò dos hojas de un arbol, opuestas obliquamente, bastan para que, doblandose la linea que trahía 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 aun à multiplicar las lineas del sonido, dirigiendolas à donde no serían sensibles de otro modo, por razon de la debilidad, y dispersion con que llegàran; y aun acaso no llegarían de modo alguno. Por la misma causa, si un rayo de luz que corta el ayre entre 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 particulas de aquel rayo luminoso, el qual no era para nosotros, ni se dirigía à nuestra vista; pero aquella ligera reflexion nos instruye de su passage, y nos dice su camino.

6 Todas estas lineas, 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 amplia la esfera à que se estienden,

se enrarecen, y esparcen, enflaqueciendose su accion, y su eficacia segun la divergencia que padecen.

7 La regla de la disminucion de la luz es esta: *La luz se disminuye segun la razon inversa del quadrado de la distancia.* Hagamos clara esta regla en quanto sea factible. Si tomamos un globo, y le dividimos en dos mitades, tendrèmos en cada una de las partes la superficie, ò el plano del circulo mayor de este globo. Tomese en esta superficie una porcion comprendida entre dos radios, y un arco: cortese 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 circulo maximo se aumentará como el quadrado del radio. En a, el quadrado del radio de un pie, 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 disminucion de la luz es inversa del quadrado de la distancia; y si habiendo medido la distancia del agujero de una camara obscura, à la pared que le haga frente, se pone delante del agujero mismo de la camara una vela encendida dentro de una caja, se verá, que la luz recibida sobre un cartón, à un pie del agujero, es muy fuerte;

que à dos pies del mismo agujero disminuye, no solo la mitad, sino el quadruplo, teniendo 2, por quadrado à 4, y así en adelante: de fuerte, que las diminuciones son como los quadrados de los aumentos, que vá tomando la distancia; de modo, que en donde el quadrado 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 pies, es solo la decimasexta, vigesimaquinta, y trigésimasexta parte de lo que era al salir del luminoso, siguiendo 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 reunen, y acercan, tendiendo à un mismo punto, y partiendo como de la base de un cono, para ir à parar al vertice, se fortifican à medida, que se aproximan al punto comun, que los debe reunir; y así, tambien el aumento de fuerzas en este caso es en razon inversa del quadrado de la distancia; esto es, que la luz va entonces creciendo, como el quadrado de la distancia vá disminuyendo; de fuerte, que la luz convergente es 4, 9, 16, 25 veces mas fuerte, è intensa, quando la distancia se halla, respecto del mismo punto, 2, 3, 4, 5 veces mas pequeña que antes.

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, prolongandose mas, y mas, se espargen, y extenuan con la mayor longitud de su camino. Y así, mirando à la Europa como una dilatada superficie, la luz del Sol es mas corta, y mas activa sobre España, 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 mas, y mas à la direccion, que trae. Un vapor embota su vivacidad: la luz tiembla, ò parece agitada como los corpusculos, 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; dirigiendolos siempre hacia la conveniencia del hombre.

Tom. X.

Ec

11 Lla-

El punto de
el luminoso

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

El foco.

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

La imagen
del Sol en
un quarto, ò
cámara obscura.

13 Hagase 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 entre mas luz por otra parte. En este caso se formaràn opuestos à un mismo vertice 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 de el concurso en que se cortan, van separandose poco à poco en el quarto, ò cámara obscura, y siguiendo en ella un camino contrario al precedente, despues de haberse cruzado. Cortese este ultimo cono, oponiendole un carton. Si se coloca paralelo al plano del Sol, se verá la imagen 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 descubrirà sobre el carton la misma imagen, pero irregular, y prolongada: estas son dos secciones conicas: entendamonos. Esta pequeña massa, ò como lio de rayos de luz, que empieza desde el vertice

lice mismo, que està en la abertura de la ventana, à ensancharse por puntos, parece un pilòn pyramidal de azucar: cortese, pues, este de modo, que todos los puntos del corte, ò cuchillo, que le hace, estèn igualmente distantes de la punta: en este caso queda una redondèz perfecta. Cortese al sesgo, y obliquamente: y yà tendrèmos un ovalo, ò una figura ovalada.

14 La imagen del Sol està inversa, porque el rayo, que viene de la parte superior del Sol, vâ en la cámara, y carton 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 imagen, que forman 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 partiò del umbral de la casa, que està en frente de la ventana, vâ à parar à lo alto de la imagen, y el que saliò del techo dà consigo en la parte inferior de la figura, el de la diestra passà à la siniestra, y assi à proporcion todos los de-

mas. Esta imagen se pinta tosca, y endeblemente: ahora veremos como se la puede perfeccionar con la ayuda de una lente, aplicada à la abertura, ò agujero de la ventana. Vm. sabe yà 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 demàs puntos, lo qual fortifica, aclara, y perfecciona la imagen.

16 En la imagen 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: quanto tarda una mancha desde que desaparece en una orilla, hasta que sale por la opuesta: se puede tambien saber, quanto tarda el Sol en dar una vuelta, rodando sobre si mismo, ò sobre su exe. Se puede comparar el cono, que se estiende desde la imagen del Sol hasta la abertura de la ventana, con el que se estiende al contrario, desde la abertura de la ventana hasta el disco solar. Puedense traer à terminos de proporcion el semidiametro de la imagen, su distancia à la ventana, y la distancia de esta al Sol, y por estos tres terminos, que se juzgan conocidos, se puede llegar à conocer el quarto, que es el semidia-

metro del Sol: el semidiametro conocido dà la superficie de un circulo máximo, y de la circunferencia. Esto conducirà al conocimiento de la solidez, y con poco trabajo, y corta diferencia se podrán saber los pies cubicos de materia, que tiene aquel Astro hermoso. Todavia puede servir esta imagen para alguna otra cosa mas util. Dividase, pues, la imagen del Sol en algunas partes bien numeradas, aunque pequeñas, de modo, que se distingan perfectamente las lineas de division, y se verá, en el tiempo de un eclipse, la entrada de la sombra lunar en la imagen de el Sol; se notará el progreso de esta sombra, la duracion del tiempo en que passa, y el instante en que el Sol se ve desembarazado, y libre de aquel estorvo, y desmayo. La diferencia de las horas en que la Luna entra en la sombra de la tierra, observada en diversos lugares, manifesta justa, y seguramente quanto un Observador se halla mas oriental que otro, con que sirve para perfeccionar la Geographia.

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

La reflexion

18 El rayo de luz, que cae à plomo sobre una superficie, y vuelve atrás, lo executa por el mismo camino por donde cayò, 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.

Angulo de incidencia.

20 El angulo, que forma el rayo de luz obliqua con la perpendicular, tirada en la superficie en que cae la luz, es el angulo de incidencia I.

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

22 El angulo de reflexion es siempre igual al angulo de incidencia.

23 El rayo, ò parte del globulo, y massa de luz, que passa de un medio à otro, y penetra cayendo à plomo en el, atraviesa el segundo medio perpendicularmente como cayò, sin doblarse à un lado, ni à otro, sea pasando de un medio mas raro (***) à otro mas denso, como del ayre al chrystàl; ò sea pasando de un medio mas denso à otro mas raro, como del agua al ayre, ò de una massa grossera de ayre, à otra mas ligera, y clara.

La refraccion, y la dioptrica.
Fig. 5.

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

(***) O RALO, segun muchos.

en que entra, tuerce la primera direccion, y se dobla, ò aproximandose à la perpendicular, ò alejandose de ella, y forma con la linea perpendicular à la superficie del medio, en que es recibido un angulo mas pequeño, ò mas grande que el de incidencia conforme à la naturaleza de los medios: y à este angulo se le dà el nombre de angulo de refraccion R. En la fig. 5. es un angulo 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 angulo D, que se llama angulo diferencial, porque hace manifesto aquello en que el angulo de refraccion R difiere del angulo de incidencia I.

Angulo diferencial.

26 Quando el rayo I passa 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 aproximandose à la perpendicular, y forma un angulo de refraccion R, menor que el de su incidencia I.

Valor de los angulos 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 està dentro del agua en R, passa à un nuevo medio menos espeso, qual es el ayre, se dobla segun la linea I, separandose de la perpendicular, y forma de este modo en el ayre el angulo de refraccion I ma-

yor

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

28 Por la exacta comparacion, que los mas célebres Opticos 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 passar de un medio à otro. Así el rayo de luz, que passa 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 passar 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 así, 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 necessariamente 3, y 1, hecha la comparacion con los otros dos. Si, al contrario, passa el rayo luminoso del vidrio, ò del agua al ayre, forma en el medio mas raro un ángulo de refraccion, que tiene de mas, lo que tenia de menos en el medio mas denso.

29 El camino que tomaba la luz passando de un medio mas raro al mas denso, es el contrapuesto à la derrota, que seguia al passar del denso al mas raro: formandose 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 passage, viene à ser linea de refraccion en el segundo.

30 El ángulo de refraccion es grande, à proporcion que lo es el de incidencia, y el uno disminuye, como el otro, su magnitud.

31 Hase pretendido muy seria, y aun geometricamente 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 fuerte, que quando la luz entra en ellos obliquamente, la direccion de su obliquidad se halla allí con una especie de inflexion, ò recodo, à causa de la atraccion. La luz se introduce mas que lo haria con sola su primera direccion, y en su entrada se aproxima à la perpendicular; quando, por el contrario, al salir de un cuerpo mas sólido, y macizo, para entrar en otro mas raro, y que atrahe menos, se aleja el rayo de la perpendicular, y se inclina siempre hacia la superficie atractiva.

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

tampoco otra cosa: podriánse calcular las influencias de los Planetas; y se podrian tambien poner estas influencias en contienda con ciertas virtudes locales, de manera, que en una parte atraxessen, y rechazassen en otra. Podriase hermosear tambien el *systhèma*, convirtiendo las atracciones en repulsas luego que passassen de ciertas lineas, y figurarse de este modo, que explicaban toda la Naturaleza. La Geometría està prompta à toda especie de suposiciones: pone en orden quanto se supone; pero por defecto de la suposicion no demuestra realidad alguna. No es cosa inutil por cierto notar, que la luz al doblarse, passando de un medio à otro, sigue una regla contraria à la de los demàs cuerpos. Una bala de plomo, ò una piedra arrojada obliquamente al agua, entra en ella, alejandose de la perpendicular, y sale al ayre, acercandose à ella. Pues, y què hace aquí la atraccion, que no remedia el deforden?

32 Conocido yà una vez, y determinado este respeto del angulo de incidencia, y de el de refraccion, aunque padezcan algunas desigualdades, como sucede quando los angulos se aumentan mucho, basta para prevér lo que sucederà à las masas, y rayos de luz, ò què curvatura tendrán en los diferentes medios en que entren, sin buscar la causa, que à la verdad, no la sabemos.

Los

33 Los cuerpos transparentes que atraviesan la luz pueden ser planos, ò esphèricos, ò plano-convexos, ò plano-concavos, y de otras maneras. Traigamos à la memoria, que se llama punto radiante aquel de donde parten los rayos divergentes; y foco aquel punto, hàcia el qual se van à unir, si son convergentes.

Trasito de
la luz por
un vidrio
plano.

34 Al passar la luz obliquamente desde V, por el plano PP, que es de chrystal, se dobla entrando en él, y se aproxima à la perpendicular, formando un angulo mas pequeño que el de incidencia; pero al salir del chrystal por la otra parte, y entrar en el ayre, se aleja de la perpendicular, y la linea de refraccion en el ayre, llegando à la vista O, hace angulo igual al de incidencia V sobre el chrystal: luego estas dos lineas son paralelas: y si muchos rayos obliquos son paralelos entre sí al entrar, seràn paralelos en todas sus refracciones, y volveràn à su primer paralelismo al salir. Pero si la linea, por la qual la vista O percibe el objeto, se prolongasse, iría à parar à A, no à V; y aunque el objeto està en V en su lugar verdadero, la vista le descubrirà, 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

Figura 6.

Ff2

à

à tomar, al salir, la misma disposicion, que tenían entre sí antes de entrar en el vidrio plano.

Figura 7.

El exe.

35 Hagamos caer, ò supongamos que cae sobre la superficie plana de un vidrio plano-convexo PC el rayo perpendicular A, y su paralelo PP. El rayo A por la proposicion 22, passa del ayre al vidrio, y del vidrio al ayre, sin doblarse à parte alguna: los Opticos le dan el nombre de exe, por permanecer como immobile, quando los demás rayos de luz en su circuito ruedan, y mudan lugar. El paralelo PP, siguiendo la misma direccion en el lado plano, tampoco se dobla de modo alguno al entrar; pero en passando al ayre, al salir del lado convexo encuentra obliquamente la perpendicular tirada del centro CC. Por la proposicion 27, si este rayo entrà obliquamente en el vidrio, se aproximàrà à la perpendicular un tercio del angulo de incidencia, representado por el angulo en el vertice I, y por la 28, aquí se aparta otro tanto. El angulo diferencial D conduce el rayo roto à R, en donde se reune al otro rayo A, à una distancia del vidrio convexo, del valor de un diametro de la convexidad, ò 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 RD, de la distancia de un diametro del vidrio plano-convexo, entrando por la parte

de

de la convexidad, formarà un angulo menor con la perpendicular, y quedará la linea que corra paralela al radio A, saliendo perpendicularmente al ayre, y yendo à dar consigo en PP, sin dexar el paralelismo con el exe, ò con el rayo perpendicular A.

37 El rayo paralelo P, cayendo sobre un plano convexo por el lado de la convexidad, forma un angulo de incidencia con la perpendicular tirada del centro C: y se acerca todavía mas entrando en el vidrio, y hace con ella un angulo mas pequeño. Si este rayo de luz siguiera la misma linea al salir del vidrio, iria à reunirse con el rayo perpendicular A en R, à diametro y medio de distancia de la convexidad. Pero declina, y se rompe de nuevo luego que llega al ayre, apartandose de la perpendicular, mas que si se encaminàrà à r, y va à reunirse con el rayo A en R, à la distancia de un diametro, respecto de la convexidad.

38 Consecuentemente à lo que acabamos de decir, un rayo de luz, que saliera de R à la distancia de un diametro, y llegasse al plano, saldria paralelo por el lado convexo.

39 Quando el vidrio es plano-convexo, se halla por la medida de los angulos de incidencia, y de refraccion, que la luz, yà entre por el lado plano, ò yà entre por el lado convexo, yà llegue con rayos paralelos,

ò

Figura 8.

ò ya se encamine, y presente con rayos divergentes de la distancia de un diametro, los rayos figuen con corta diferencia las mismas derrotas, ò 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, ò en dirigirse con rayos paralelos hàcia la vista, ò en llegar à ella por medio de rayos convergentes à la distancia de un diametro. Muchos rayos hay con obliquidades diversas, y que podrian, ò ir à parar al centro, ò juntarse antes de llegar à él, y aun llegar à ser sumamente divergentes; pero como estas direcciones no se encuentran aptas para formar claras, y distintas las imagenes en nuestra vista, es inutil detenernos en su averiguacion.

41 Vidrio lenticular, ò lente, se llama aquel vidrio, que se termina por sus planos en dos porciones de esphèra como L. El rayo de luz, à que hemos llamado exe, y que se halla en medio de la massa de rayos luminosos, que se supone caer sobre la lente, la atraviesa sin doblarse à una, ni à otra parte, quando vâ à parar al centro. A cerca de estos rayos de luz no advertiremos ya mas. Los otros rayos, sean obliquos, ò sean paralelos, que no caminan al centro, todos son obliquos, respecto de la convexidad: con que todos

Vidrios lenticulares.
Fig. 9.

todos padecen inflexion, ò se rompen, y doblan dos veces, la una entrando, y la otra saliendo, y siempre conforme à la regla de la proposicion 27: no ferà, pues, necesario representar en figuras la perpendicular, que arregla cada reflexion: ni las lineas sordas, ò ocultas, que señalan la derrota, que tendria cada rayo, si continuasse su camino, pues esta multiplicidad de lineas causaria confusion.

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 proposicion 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 à quedar menos divergentes, quando salen como SS.

45 Con que los rayos, que entran en el vidrio lenticular convergentes como SS, lo seràn aun mas en su salida, y concurriràn hàcia D.

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

to radiante está en el centro en *c*, ò en *C*, salen paralelos como *PP*, y si estuviessse el tal punto mas lejos que el centro *C*, ò *c*, de uní de las dos partes, seràn convergentes, y se uniràn mas, ò menos lejos, mas allà del centro opuesto.

47 Todos los puntos de los objetos son otros tantos puntos radiantes: cada uno tiene una poscion, que le es propria, con que posee tambien un foco proprio. De aquí viene aquella confusion de imagenes, y de objetos en la vista, al valerle de una lente, colocada fuera del punto, que le es proprio para unir con buen orden los rayos, que de síyo son capaces de formar en nuestros ojos una imagen viva, veridica, y ajustada al objeto.

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

49 Si el punto del concurso, que está à la distancia de la esphèra transparente como cosa de una quarta parte del diametro, viene à ser punto radiante, los rayos saldràn para-

Fig. 10.
Los vidrios
esphèricos.

paralelos: si el punto radiante se acerca mas à la esphèra de chrystal, seràn los rayos divergentes, quando lleguen à salir. Si este punto se aleja, podrán los rayos ser paralelos en la esphèra, y convergentes al salir de ella, y tanto mas convergentes, quanto mas se aleja aquel punto.

50 El efecto mas señalado de las esphèras transparentes, y de las lentes, es unir los rayos dispersos: por el contrario, el efecto de los vidrios concavos, es esparcir, y separar los rayos paralelos, ò convergentes: este es el efecto del simple vidrio concavo. Si es concavo por ambas partes el efecto, todavia será mas eficaz. Vease en la fig. 11. lo que sucede à los paralelos *PP*, y à los divergentes *DD*.

51 En los otros vidrios, como en los plano-concavos, en los meniscos, ò lunulas convexo-concavas, ò concavas por un lado, y convexas por otro, &c. no se hace otra cosa en todas las operaciones, sino aplicar à cada una de las caidas del rayo sobre la superficie la diferencia conocida, que debe haber siempre entre el angulo de refraccion, y el angulo de incidencia.

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

Hagamos memoria de lo que ya hemos dicho (*) de las tres estancias, ò tunicas, que hay en nuestros ojos, de las quales la primera està llena de un humor, que se llama aqueo, mas denso que el ayre: la segunda encierra un humor chrystalino lenticular, mas denso que el aqueo, y terminado en dos porciones de esphera, de las quales la anterior es mas llana, y la ulterior mas curva, y mas prolongada. En fin, la tercera contiene un humor, à quien con no pequeña impropiedad le llaman vitreo, pues bien lejos de tener la densidad del vidrio, es mucho mas ligero, y rarefacto que la substancia chrystalina. Conociendo esta proporcion de los tres humores, y el lugar que tienen en nuestros ojos, no tenèmos mas necesidad, que ver en una figura, que los representa, que accidentes regulares, y constantes deben suceder à un pincel (**), ò massa conica de rayos, llevando la desde un punto del objeto al ayre, del ayre à los ojos, y de estancia en estancia hasta el fondo de ellos. Si imaginamos sobre la curvatura exterior de cada tunica, ò estancia una perpendicular, que se dirige, y tiende al centro de la curvatura, se notará, que los dos ultimos rayos, que basta considerar

Veaſe la fig.
del tomo 7.
pag. 128.

(*) Tom. 7. Conv. 8.

(**) Pincel de rayos se llaman los dos conos, que se forman de los rayos, que envia el objeto, de los quales conos el uno tiene su vertice en la pupila, y el otro su base. Veaſe el Dic. de las Art. y Cienc. L. P.

de todos los que componen el pincel, paſſando del ayre à el humor aqueo, se acercan algun tanto uno à otro, y mas aun despues en el chrystalino, pues se sumergen en estos dos humores, formando angulo, cada vez mas pequeño, con la perpendicular. Despues le hacen mayor, alejandose 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 organo. De estos focos, ò puntos de reunion, ordenados en el fondo mismo, del modo que lo estàn los puntos de el objeto de donde partieron, resulta aquella pintura (que experimenta el alma) recta, y unica, aunque en si sea duplicada como el organo, è inverſa como lo està en el fondo de la vista.

53 Una de las cosas, que parece contribuyen mas à formar esta imagen clara, y fiel, son los ligamentos ciliares, por razon de su facilidad en alargarse, y acortarse, y à causa de los otros movimientos de todas especies, y modos, que hacen para allanar, prolongar, y presentar de diversas maneras el chrystalino, que sostienen; lo qual modifica los rayos, y el pincel de un instante à otro, los une antes, ò despues, y facilita la viva expresion de las imagenes, segun los deseos de el alma, aun-

que no entienda como se hace aquello mismo que manda.

54 Los mayores Anatomistas, y otros Sábios están divididos à cerca de varias cuestiones curiosas, que Vm. podrá emprender aclarar, y determinar por sí mismo, despues de haber formado una idea de lo que à este fin se necessita. 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 à otras fibras diferentes. Las coronas de rayos, ò coronas radiantes, que nos parece rodèan los cuerpos luminosos, principalmente quando guñamos 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 à las extremidades de la imagen ocular: pero hay disputa à cerca del modo con que esto passa. M. Rohault cree, que estos rayos reflecten sobre aquel borde, ò cordon lustroso, que termina los parpados, y que envia estos rayos de la parte inferior à la superior de los ojos, y de la superior à la inferior, quando los parpados se acercan uno à otro. M. de la Hire pretende, que este phenomeno no se causa por la reflexion, sino por la refraccion; porque los parpados, acercandose con el guño, llenan el va-

cio, que los sepàra del ojo, y forman como una prisma triangular, cuyo esmalte, y licores dan passo à algunos rayos, y los rompen, y doblan de modo, que vayan à parar à las extremidades de la imagen delineada en los ojos.

Tales son algunas otras cuestiones, que se tratan à cerca 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.

55 Acafo nos engañamos en el partido, que elegimos en estas cuestiones de Optica, atribuyendo à una causa, lo que es efecto de muchas, que concurren à producirle. Vè aquí algunas de las que influyen mas en el modo con que vemos los objetos.

1.º Los objetos, cuya imagen es muy luminosa, y que aparece con claridad, y limpieza, nos parecen mas cercanos. 2.º Aquellos, cuyos rayos son debiles, ò se debilitaron, se nos representan mas lejos. 3.º De cada objeto llega à nuestros ojos una massa de rayos, que forma una especie de angulo, ò por mejor decir, un cono, cuya base està en la superficie del objeto, y el vertice à la entrada de la vista del espectador. Estos rayos convergentes se esparcen, y hacen divergentes en el ojo mismo, y allí forman un nuevo triangulo, ò cono, cuya punta,

ò vertice està en la entrada del ojo , y en su fondo està la base. Esto no es contrario à lo que diximos de los pinceles , ò rayos , que forman dos conos , y salen de cada punto del objeto , y que ensanchandose , cubren toda la pupila ; pues estos se juntan en un foco , que le es propio ; y ocupan un solo punto , formando otro de la imagen ocular. Aquí no consideramos estos pinceles , sino cada qual separado , y como una sola linea : de modo , que miramos toda la massa de pinceles , ò rayos , que salen de todos los puntos del objeto , como una massa conica de lineas rectas , que se cortan mutuamente à la entrada de los ojos ; y desde la seccion misma empiezan à ensancharse , y hacerse divergentes en los ojos , en donde pintan , y forman con sus extremidades todos los puntos de una imagen inversa , y exactamente conforme à su modelo , pues las puntas de estos pinceles son otros tantos focos , ordenados entre si , como lo están los puntos del objeto , que los envia : de donde se sigue , que quanto la imagen es mayor , 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 ve con angulo mayor* ; y este es el fundamento de las diminuciones , que hermosean la perspectiva.

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

el entendimiento à cerca 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 proximo à nuestra vista , no es el angulo mayor , ò menor la regla , que seguimos : siendo cierto , que muchas personas de igual cuerpo nos parece , que lo son , aunque estèn à distancias diversas en un salón mismo. Una ventana , que vemos enteramente por un solo vidrio de nuestro mirador , ò vidriera , nos parece mayor que el vidrio , cuyo angulo ocular contiene con todo esso al de la ventana , y es mayor que el. Tal vez juzgamos ver un cordel , ò foga atravesada de una parte à otra en un quanto lejano , cuya ventana està abierta , y despues , mirando con atencion por nuestras vidrieras , reconocemos , que es solo un hilo de araña , que estando allí junto à nosotros , se dexa ver como una foga en la obscuridad de el balcon opuesto : con que este hilo , llevado con la imaginacion à un quarto , que està cien passos de allí , aparece mucho mayor , que lo que es en si ; quando visto donde està , sin atender à la otra ventana , es un hilo casi imperceptible. 5.º La pupila , ò niña del ojo , se estrecha , ò ensancha segun la necesidad : y de aquí proviene , que formadas en la vista las imagenes mas , ò menos

grandes, mudan la impresion del objeto. El agujero, hecho con una aguja en un papel, no permite, que lleguen los rayos de la ventana de una torre à toda la pupila; y así, se disminuye en un momento la imagen la mitad, ò tres quartas partes mas de aquello, que antes aparecia. La necesidad, que tenemos de luz en la obscuridad, nos ensancha de tal modo la pupila, que dilatadas tambien por consecuencia las imagenes, y aun confusas por la disposicion de los rayos, nos pintan los objetos mucho mayores, y aun algunas desmedidos, y espantosos. Quando el Sol, ò la Luna se hallan proximos al horizonte, se debilita la luz por atravesar mucha mayor atmosfera con la multitud de vapores, que la enflaquecen, y se ponen entre la vista, y el Astro. De aqui es, que impelidos los ojos con una luz suave, ensanchan la pupila, y la imagen 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 imagen, 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 orden, y proporcion en las dif-

tancias respectivas de los objetos. Por esta razon, y no habiendose 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 havia nacido ciego, comenzò à ver el año de 1729 por la habilidad con que M. Cheffelden (*) le batiò las cataratas; pero por mucho tiempo viò 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 Dioptrica (**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 Catoptrica (**b).

57 Al modo que la proporcion constante del angulo de refraccion con el angulo de incidencia es el fundamento de la Dioptrica, así la igualdad del angulo de reflexion con el de incidencia es el primer fundamento de la Catoptrica.

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

Tom. X. Hh cion

(*) Philosophical transactions, abridged by James and Martyn, 4221

(**a) O Arte Anacustica.

(**b) O Arte Anacustica.

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 dissipada, ò doblada, è inflexa 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 numero 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, verà 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 massa de rayos luminosos, que el objeto les envia.

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

61 Así los rayos, que envia inmediatamente el Sol, ò una bugia 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 bugia.

62 Los rayos del Sol, ò de la bugia, re-

chazados por las pequéñissimas, è innumerables superficies del objeto sobre que caen, se esparcen conforme à la direccion, que les dan las mismas superficies, con que no volviendo à nuestros ojos con el mismo orden, que quando venian del objeto inmediatamente, no nos hacen ver, ni à la bugia, ni al Sol.

63 Los rayos, reflexionados, ò doblados en los objetos, nos los manifiestan, quando se ordenan en los ojos en suficiente numero, y con orden semejante, de modo, que puedan 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. Fenelon, reflecten en todos sentidos, y de todos modos sobre las innumerables desigualdades de los quadros, que los representan: de manera, que la colocacion, y orden con que está el relox, se disipa en nuestra vista, y los ojos no reciben de los lienzos, ò pinturas, sino solamente las massas de rayos, que ordenan sus extremidades, como lo están las facciones, que tuvieron dos hombres de los mas sabios del siglo pasado (**).

Hh 2

65 Si

(**) En quanto à M. Pascal, no obstante, que fué ingenioso, y eloquente, fue justo notar, que se dexò intuir del Jantísimo, y acató consiguientemente, no manè su eloquencia con no pocas impulsitas de qui facilmente se dexò llevar, y de que él mismo se lamentaba, al ver descubierta la falsedad, que ando agratamente de los que le alucinaron, è induxeron al engaño. Vese el P. Gabriel Daniel en su resp. à las Cart. Prov. y las memor. del tiempo del P. D. Auvin, año de 1656, tom. 2.

65 Si los rayos, que vienen del reloj, y de la bugia vecina, van à dar sobre el chrystàl (**), pastèl, ò masía del glasto, percibo, yà el reloj, yà la bugia, y yà el chrystàl, y pintura conforme la situacion, y parage en que me pongo; à la llama de la bugia la veo por medio de una impresion fuerte; al pastèl, ò pintura con claridad, y limpieza; y al chrystàl, y al reloj endeblemente. De donde vienen; pues, semejantes diferencias: La imagen de la llama es fuerte, por ser un cuerpo luminoso, que envia multitud de rayos. La de la pintura es clara, porque dà su propria massa colocacion, y orden à una gran cantidad de rayos luminosos, y reflexos. El chrystàl se vé de todas partes, por conservar aún muchas desigualdades, que refleccen la luz de todos modos; pero se vé endeblemente, porque habiendole bruñido con prolixidad, y pulidéz, perdiò no pocas desigualdades, y quanto el lustre es mas perfecto, tanto queda menos apto para mostrarse à si mismo. El chrystàl està tan terso, que de puro bruñido, y dulcido llegò à quedar negro, è invisible à fuerza del pulimento. Tiene, pues, menos desigualdades; entonces es mas proprio para reflectir la luz regularmente del lado opuesto à su descenso. Las albitanas, ò lindones, que levanta, ò dexa un Jardinero hà-

bil

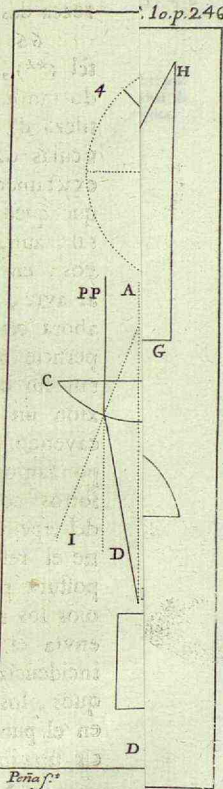
bil detrás de una fila de plantas, acumulan, tirados entre Mediodia, y Norte, rayos de luces de la parte del Mediodia sobre las plantas para que las fomenten, y crien; pero si el plantel se halla sin este abrigo, y en un terreno llano, el golpe de luces, que envia el Sol al piè de las plantas, se disipa, haciendo su reflexion hacia 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 así, imita la luz en sus reflexiones, y gyros. Pero si cae sobre una superficie extremamente tersa, y pulida, los golpes, refaltes, è inflexiones de la luz son yà regulares. La reflexion, 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 chrystàl, como està el reloj, y la bugia respecto del chrystàl mismo, recibiremos tambien los rayos, que se ordenaràn en la reflexion como en la incidencia: y así, todavia verèmos la bugia, y el reloj; pero como de estos rayos obliquos, que reflecten en el reloj, hay muchos mas, que se introducen en el chrystàl, sin que los envíe

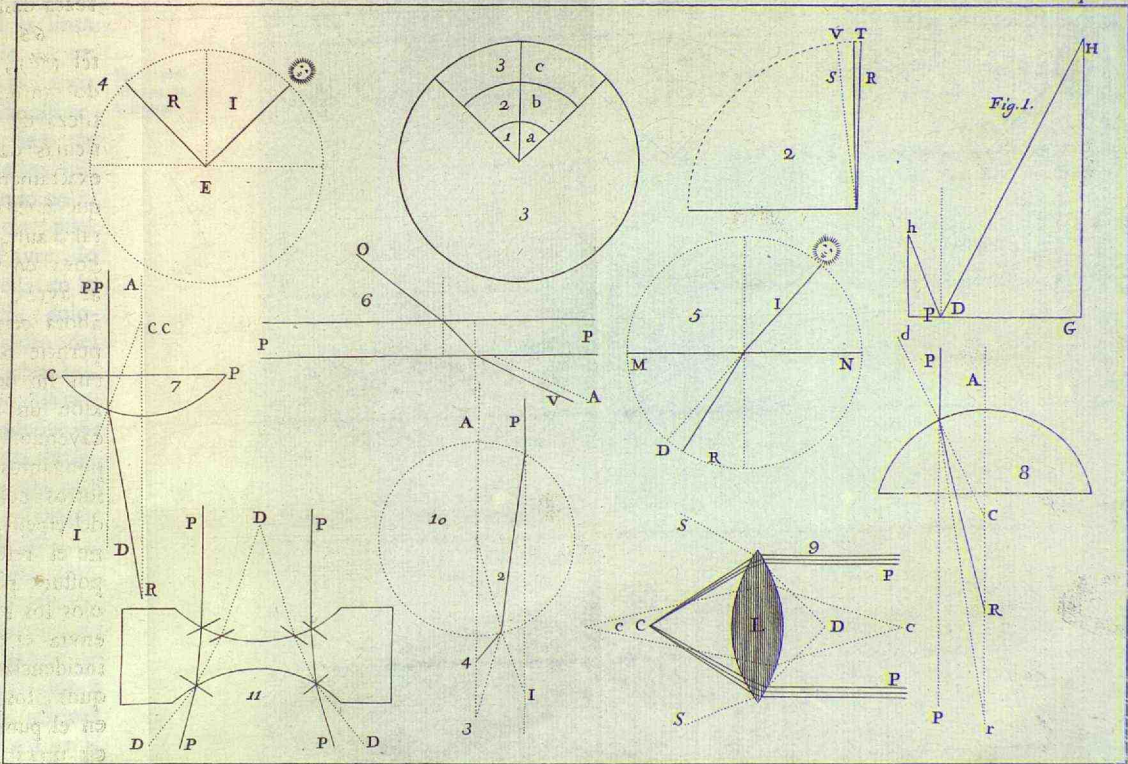
à

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

66. Quitèmos el retrito , ò pàstèl (**), y azoguemos el chrystàl , añadiendo tambien una hoja de estaño fino: la sutileza de los granos , y lo delicado de las particulas de estos metales los disponen à llenar exactamente todas las desigualdades , y poros , que quedaban en la otra superficie del chrystàl , aunque tan terso , y palido : y los rayos , en vez de huir , ò salir como fugitivos al ayre , atravesando el chrystàl , hallando ahora cerrado el passò por medio de una superficie bastante compacta , y solida , resaltan sin desordenarse , y forman en la inflexion un angulo igual al que havian hecho cayendo. Este chrystàl vino yà à ser espejo: pongamosle donde estaba la pintura , y nosotros coloquemonos à la derecha , respecto del espejo , con la misma obliquidad , que tiene el relox à la otra parte ; pues solo en esta postura podrà enviar la reflexion à nuestros ojos los rayos , que desde la mano izquierda envia el espejo , siendo iguales los angulos de incidencia , y reflexion. De estos rayos obliquos , los unos en pequeño número reflecten en el punto de incidencia , y deben producir una imagen feble , y los otros , en número mucho

(**) El modo de pintar de pàstèl en Francia es algo diferente del que en España llaman tambien de pàstèl. Veaiz Richel. y el Dic. de Art. y Cienc. L. 2.





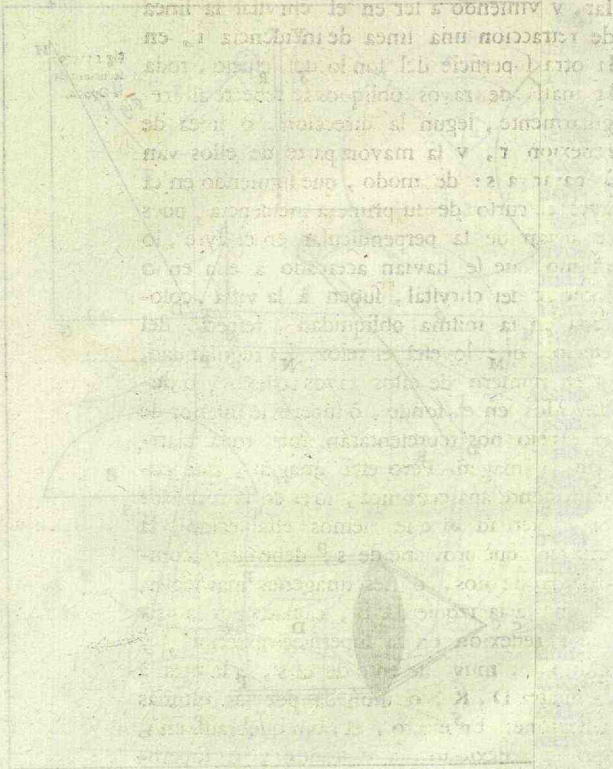
Peña^r

La Optica

mücho mayor, son admitidos en el chrystäl; à la entrada se doblan hàcia la perpendicular, y viniendo à ser en el chrystäl la linea de refraccion una linea de incidencia *i*, en la otra superficie del fondo del espejo, toda la massa de rayos obliquos se reflecte allí regularmente, segun la direccion, ò linea de reflexion *r*, y la mayor parte de ellos vãn 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 havian acercado à ella en lo interior del chrystäl, suben à la vista, colocada en la misma obliquidad, respecto del espejo, que lo està el reloj. La regularidad, y el número de estos rayos reflexos, ò doblados en el fondo, ò superficie inferior de el espejo nos representarán con toda claridad la imagen. Pero esta imagen, que comunmente aparece unica, lo es en la realidad. Si es verdad lo que hemos establecido, la imagen, que proviene de *s*, debe està acompañada de dos, ò tres imagenes mas febles, la una à la izquierda *E*, causada por la primera reflexion en la superficie exterior, y punto *e*, muy diferente de el *s*, y la otra à la diestra *D*, *R*, ocasionada por las ultimas reflexiones. En efecto, el rayo quebrado en *i*, que se reflexionò en el fondo, ò superficie inferior, no passa del todo, ò segun to-

Fig. 13: profecucion de la Optica.

Las Ciencias prácticas. 247
 mucho mayor, son admitidos en el chrystäl;
 à la entrada se doblan hàcia la perpendicular,
 y viniendo à ser en el chrystäl la linea de refraccion
 una linea de incidencia *i*, en la otra superficie del fondo
 del espejo, toda la massa de rayos obliquos se reflecte allí
 regularmente, segun la direccion, ò linea de reflexion
r, y la mayor parte de ellos vãn 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 havian acercado à ella en lo interior del chrystäl,
 suben à la vista, colocada en la misma obliquidad,
 respecto del espejo, que lo està el reloj. La regularidad,
 y el número de estos rayos reflexos, ò doblados en el fondo,
 ò superficie inferior de el espejo nos representarán con
 toda claridad la imagen. Pero esta imagen, que comunmente
 aparece unica, lo es en la realidad. Si es verdad lo que
 hemos establecido, la imagen, que proviene de *s*, debe està
 acompañada de dos, ò tres imagenes mas febles, la una
 à la izquierda *E*, causada por la primera reflexion en la
 superficie exterior, y punto *e*, muy diferente de el *s*, y la
 otra à la diestra *D*, *R*, ocasionada por las ultimas
 reflexiones. En efecto, el rayo quebrado en *i*, que se
 reflexionò en el fondo, ò superficie inferior, no passa del
 todo, ò segun to-



da su massa, à s, dirigido hacia el punto F, pues reflecte algo hacia d, y yendo así de una superficie en otra, estas ultimas reflexiones se triplican, y quadruplican algunas veces; y así, llegan à D, R, yà mas fuertes, y yà mas endebles. Esto que emana, y se deduce aquí como de un principio establecido, se confirma por la experiencia: porque aunque de dia no se vea comunmente sino la imagen, 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 esso, en lugar de una imagen, formada por la luz, que reflecte en el objeto, qual es la imagen del reloj, se emplea de noche un cuerpo luminoso, que arroja los rayos mas vivos, podrá ver qualquiera la verdad de lo que hemos dicho. Una bugia, presentada obliquamente, y à la izquierda del espejo formará en la vista, puesta de la otra parte con la misma obliquidad, una imagen muy viva F, provenida del fondo. A la izquierda de F habrá otra imagen E, causada de la superficie exterior, ò superior, y ocupará, y se entrará yà mas, yà menos en la primera F. A la diestra de F estará la imagen de las ultimas reflexiones D, R, todavia menos lucida, y clara que E; y así, se repetirá tres, ò quatro veces cada una con menos vibracion, y lucimiento. Vea se la fig. 13. *Quan-*

to el chrystal sea mas espeso, y de mayor cuerpo, otro tanto mas separadas estarán las imagenes; y sobre la superficie gruesa, como sobre la mas delicada, se acercarán hasta confundirse à medida, que la bugia 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. Ve aquí lo que me pareció deducir de aquel principio establecido, antes que yo tuviesse conocimiento alguno del hecho de la llama de una bugia triplicada, como acabo de exponer: y despues de haber abierto la fig. 13, presenté la llama de una bugia en lugar del reloj, à muchos espejos, cada uno de los cuales me volviò una imagen muy viva, acompañada de otras dos endebles, y deslucidas (*); algunas veces las ultimas reflexiones iban dando hasta quatro, ò cinco imagenes, que acompañaban la principal; pero cada una mas feble, conforme se acercaba à la extremidad. Presentada la misma bugia obliquamente à la superficie del agua, que yo havia echado en una jofayna, me pareció, que se debian observar, y dissipar la mayor parte de los rayos en el agua debaxo de la superficie, y que la imagen reflexa fuera

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

debía ser feble, y unica: y en efecto, esto fuè lo que sucediò.

67 Dexemos al presente la superficie duplicada en el espejo, y veamos en que punto harà aparecer el objeto la imagen, que se reflecte en un espejo plano. Sea el espejo plano MM (fig. 14) el punto radiante, ò el objeto, que voy à ver, sea O, el punto de incidencia I, la linea de reflexion R, y la misma linea de reflexion prolongada indefinidamente P. En esta linea de reflexion, prolongada RP, ferà en donde la vista descubrirà el objeto falso, ò la imagen de O, y la verà en un punto tan distante de la incidencia I, como lo està el punto O. Con que veremos el objeto falso, ò la imagen en el punto F del lado de allà del espejo, y tan distante, como O, objeto verdadero, lo està del lado de acá. La posicion 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 triangulos 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 inclinacion del uno mas que del otro, el objeto se pintará como sobre una superficie unica, aunque la mitad en el un espejo, y la mitad en

el otro; y segun el modo de presentar el objeto, y de separar los dos chrystales, podrá aparecer la imagen sin irregularidad alguna. Pero si muchos espejos, ò los fragmentos de uno solo formaren diversos planos, ò el mas pequeño angulo el uno con el otro, se verán tantas imagenes, como hay piezas diferentes: porque las imagenes 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 concavo una porcion de esfera convexa, ò concava, y teniendo por consiguiente otros tantos pequeños planos como puntos, parecia, deber enviar à nuestra vista otras tantas imagenes, 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 imagen. 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 imagen, yà mayor, ò yà menor, y tal vez disforme, y muchas caprichosa, y rara; pero de qualquier manera, que pinten, hallamos siempre la causa en las diversas combinaciones de circunstancias à que se puede aplicar el principio de la igualdad

70 Presentese una figura, ò un cuerpo luminoso à un espejo espherico, convexo, ò concavo, ò cilindrico, ò de otra qualquiera curvatura. Segun este objeto se aleja, ò aproxima al centro de la curvatura, ò segun se coloca entre el centro, y el espejo, ò se pone delante de èl con mayor, ò menor obliquidad, assi resulta de dispersion de rayos, inversion de imagenes, disminucion en la figura, espantoso aumento en ella, y aun algunas veces transmutacion, y dislocacion de facciones, y (en la apariciencia) imagenes, llenas de variedad, y capricho. Si, por exemplo, un espejo estañado es concavo por la parte anterior, y convexo por la otra, le hará esta disposicion concavo para la luz que recibe; y poniendo entre el espejo, y el centro de su curvatura un objeto, ò poniendose uno à si 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 del espejo, y à su ultima superficie, volviendo à la vista con un angulo mucho mayor, lo qual aumenta el campo, y representacion del objeto. Si à este espejo se le pone delante una vela, se veràn dos, y à veces tres, la una grande, como la que se presentó al espejo, y esta

refleste sobre el plano exterior, la segunda muy gruesa, y lucida, la qual proviene de el fondo con angulo mucho mayor, y la tercera es todavia de un grandor mas excesivo, pero nebulosa, y deslucida, por formarse de la ultima reflexion 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 perpendiculares à la concavidad, y siendo los de reflexion como los de incidencia, los rayos volveràn por la misma perpendicular, sin que veamos sino el ojo mismo con que miramos. Los Opticos han examinado exactissimamente estas figuras, y demostrado, que todas eran efecto necessario de dos principios de reflexion, 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, ò inflexion, ò torcimiento de los rayos, que immutan tan extraordinariamente las imagenes, segun el diverso camino que llevan. Tal es la enorme magnitud, que se dà à figuras muy pequeñas en la linterna magica 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 cilindrico, 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, ò ilusiones de sola diversion, y gusto, paslarèmos à la explicacion de los instrumentos usuales, que han inventado los Opticos, y à los socorros, que en ellos ha hallado el hombre.

71 Los espejos, y vidrios transparentes, los concavos, lenticulares, esphericos, 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 forma el angulo de un edificio, se ponen uno, ò muchos espejos, colocados en quadro à modo de los vidrios de una vidriera, y hàcia 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 repetidas.

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 ima-

genes de inmensos lejos, y tanto que se pierden de vista. Para brujular, ò concebir la posibilidad de todos estos efectos, pongase una vela entre dos espejos, y notaremos, que la llama, que estamos viendo en simisma, se pinta en el espejo de la diestra, y esta misma imagen reflecte en nuestros ojos, y en el espejo, que està à la siniestra, en donde hace tambien otra doble reflexion, es à saber, en nuestros ojos, y en el espejo de la diestra. Con esta imagen se empieza aqui otra nueva reflexion semejante à la primera, aunque mas feble. Con que yà tenèmos quatro, ò cinco imagenes, causadas por sola una impresion de la imagen en el espejo, colocado à la diestra, y de las diversas idas, y venidas, que la van multiplicando. A estas quatro imagenes juntense otras tantas, producidas por la caida, y progressos semejantes de la misma imagen sobre el espejo, que pusimos à la izquierda, y tendrèmos con solo dos espejos ocho imagenes de un solo objeto. Todo esto se concibe bien, sin que para ello sea necessaria figura. Muchos, y mas numerosos efectos podremos 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.

El Polemos-
copio.
Fig. 15.

256 *Especulo de la Naturaleza.*
74 Concíbale un tubo, que tenga una abertura lateral en E, y otra en I. En frente de cada abertura pongase un espejo plano inclinado 45 grados, ó medio angulo recto hacia el suelo. La perpendicular, que caerá sobre la superficie del espejo, formará dos angulos rectos. Los rayos exteriores, que vendrán paralelos à caer al pié de esta perpendicular en E, forman con ella angulo de 45 grados, y hacen su reflexion à lo largo del tubo debaxo de un angulo 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 reflexion tambien. En un campo, ò en una plaza situada se pueden servir de este instrumento. Desde dentro de un baluarte, ò detrás de un parapeto, alargado, y echado fuera el cabo E, volviendo la abertura lateral à la parte, que convenga, por todo el circuito, y aplicada la vista I, se podrá registrar sin riesgo, si trabaja el Minador con su zapa, ò que movimientos, y operaciones executa el enemigo. Y esta es la causa, porque se le ha dado à este instrumento el nombre de *Polemoscopio* (**). Si desde denero de nuestro mismo gabinete, ò quarto queremos ver una plaza pù-

(**) De la palabra *πολεμος*, que significa GUERRA. Veafe el Dic. de las Cienci y Art. de Paris, letra P.

Las Ciencias prácticas. 257
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 angulo recto; pues dos angulos, de 45 grados cada uno, componen el angulo recto, ò los 90. grados que tiene. Los rayos, ò pinceles llevan sus extremidades à dar en un pergamino (**) patente, y bien estirado, en el qual ordenan todos los puntos de los objetos. Así logramos una pintura fiel, si la queremos; ò aprendemos à dibujar con perfeccion, copiando la figura de una verdad exacta.

76 Este instrumento se perfecciona, 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 no llegarían à la vista, y para fortificar, y aclarar la pintura que deseamos.

Tom. X. Kk El

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

La cámara
obscura.
Fig. 16.

Fig. 16.

258 *Espectaculo de la Naturaleza.*

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

78 El Gravador que copia un diseno, 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 Cavallero con el espadin hacia la mano diestra, y tambien, debaxo del brazo derecho, el sombrero. Pero un espejo puesto al lado del diseno hace la primera transposicion; y la impresion, ò estampa dá la segunda à la figura facada por medio del espejo, dexandola en su verdadera postura, y estado connatural.

79 Tiradas algunas de las primeras lineas; y presentadas, ò puestas delante de algunos espejos, cuyas lunas formán angulos mas, ò menos abiertos, dan medio para hallar prontamente Helices, Volutas, ò Roleos de la apariencia mas agradable, lineas tiradas.

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

80 En un espejo aun no muy grande vemos los objetos, y personages con su magnitud natural, y el Burlador, ò Pintor, que los desea sacar al vivo, estiendo delante de un espejo un papel dividido en otros tantos quadraditos, quantos quadrados de mayor magnitud, aunque de la misma proporcion tiene ya sobre el lienzo; observa con qué angulo, y linea se encogen, ò estienen 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, reduciendolo 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 chrystalino 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-

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

Anteojos
concavos.

82 Los que miran acercando mucho el objeto à los ojos, procuran remediar así la grande convexidad que tiene su chrystalino. Quando reciben de lejos los rayos poco divergentes, que se reúnen por el chrystalino muy convexo en algunos puntos del humor vitreo, la imagen de este foco les es inutil, pues los rayos se cruzan allí, y ván à causar una vibración, ò bamboleo, y repercusión 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 angulo muy grande, y muy divergentes, no se acercan tan presto; y en este caso la curvatura, ò rotundidad grande del chrystalino los dirige à focos proporcionados, que forman una pintura clara, y perfecta en el fondo de los ojos. Si el objeto no se quiere

esto

22

acer-

acercar tanto, se usa de una luneta, ò anteojos concavos, que esparcen, y divergen los rayos de modo, que compenjan la convexidad excesiva del chrystalino.

83 Acaño la Optica nos provee, no solo de buenos instrumentos, sino que nos dá 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 muchas mas adelante, sin necesitar de anteojos algunos. Serán acaño los ojos como el estomago? La abundancia demasada le es muy nociva à los organos, y comunmente quanto mas les dón, suelen querer mas; y enfiados à esto, la menor disminucion les hace daño, y de aquí proviene la debilidad, y se siguen los achaques.

84 De estos principios podrá Vm. deducir el efecto de la luneta concava, y del vidrio convexo 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 chrystalino muy convexo, ordenan sus focos en el humor vitreo, lo qual hace que se pierda, y arruine la imagen. 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 concavo. D E, fig. 17. Sigamos aquí la derrota de dos pinceles

El ante-
ojo, ò lu-
neta con-
cava.

celes (ò conos) que estrictan en la pupila, y se forman por los rayos) CB, y nos servirán de regla para todos los demas. 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, encaminandose à pintar la llama de la bugia en lo inferior de la vista; y los rayos, conos, ò pinceles, que provienen del pie B del candelero, le pintan en la parte superior de la vista; y estando en ella invertida 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 termino IH sea mucho mas pequeño que el CB, se sigue, que el vidrio concavo disminuye el objeto; pero manifiesta mas claramente su imagen.

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 de la FE, que está entre el medio G, y la lente, divergen, ò se esparcen en el vidrio, y vienen à quedar casi paralelos, salen tambien del vidrio todavia divergentes, è invierten el objeto en la vista; de donde se sigue, que aparece recto,

recto, pintandose en los ojos del mismo modo, que si no miráran con el vidrio; pero como los rayos se quebraron en el, se vé el objeto segun la direccion con que afectan, è impelen los ojos, como si saliessen de MN, cuyo campo es mayor que el de FE.

86 El Microscopio simple, cuyo piè, y sustentáculos, con todas las demàs piezas subsidiarias, se pueden ver en Joblot, se reduce à una lente, cuyas convexidades son porciones de una pequeñísima esphèra, ò por mejor decir, es una esphèra muy pequeña de vidrio blanco. Ya dexamos notado, que los rayos paralelos, que entran en una esphèra, se van à reunir, y tienen sus focos hàcia la quarta parte del diametro, distancia muy pequeña siendo de tal esphèra: con que si los rayos, que caen sobre el pequeño objeto, que se va à observar, puesto en este punto, ò foco, son sumamente divergentes, mucho mas lo estaran en el vidrio, y dirigitán à la vista un cilindro de rayos paralelos excessivamente mayor que el objeto. El angulo de la imagen, formada por los rayos que se quebran, y doblan en los ojos, será conforme à la anchura del cilindro, ò à la massa de rayos, recibidos en la vista: con que se verá el objeto mucho mayor, que lo que es, y aparecerà recto, pues se queda como si la vista no se ayudara de cosa alguna; por

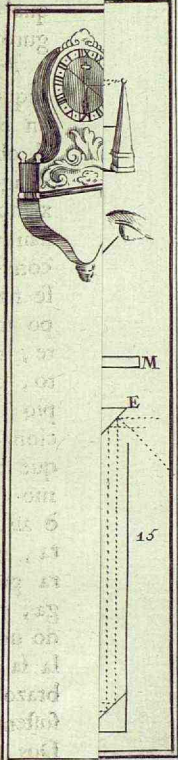
El Microscopio simple.

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

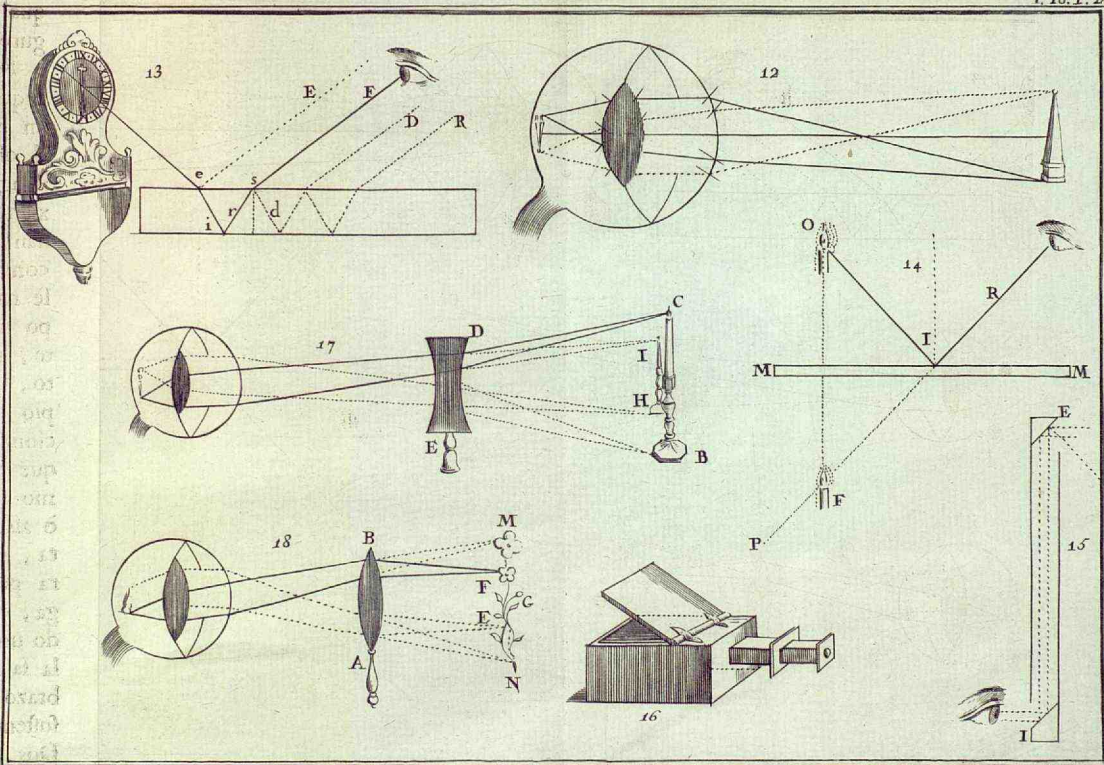
87 La necesidad de aproximar un objeto pequenísimo à un vidrio ajustado, y puesto en un piè de algun grueso, y magnitud, dexa el objeto justamente à la sombra, y à la imagen dificil de aclararse, y descubrirse. Dèxemos todos los medios imperfectos, que se han empleado hasta ahora para obviar este inconveniente, 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 pequenísimo objeto, que se vâ à vèr. 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 traherle en la faldriquera juntamente con el piè; y un brazo, y una aguja con sus pinzas, este es el sustentáculo, que nada tiene de extraordinario. Dos pequeños embudos de latòn, ò plata, con una abertura en el vertice, mas peque-

ña

265 *Espectaculo de la Naturaleza.*
 por enviar los rayos de la parte superior à la inferior, y de la inferior à la superior, lo qual invierte la imagen, medio unico, y se-



G. F.



Proseccion d'la Optica.

G^zf^c

ña que el cuerpo del globullo, ò esphèra de vidrio, que deben recibir, y contener: un espejo concavo de plata en forma de solidèo, de una pulgada, ò menos de diametro, perfectamente terso en lo interior, y agugereado por medio de su concavidad para recibir en los encages, que tiene, la extremidad, ò pezones de los embuditos: este es el cuerpo de el Microscopio. Puesto, pues, el objeto à poca distancia del vidrio esphèrico, è iluminado el punto del foco con la reflexion de la luz, que resalta del espejo, se vè clarísimamente la superficie del objeto, que se puso. Entre la rotundidad del espejo, y la pequenez de la lente, hay una proporcion ajustada para que los rayos reflexos concurren con la posicion del objeto. La entrada de el pezon del embudo en la abertura, hecha en medio del espejo, facilita este concurso de el centro de la concavidad con el foco del vidrio. Pero quando la situacion no fuèssè tan à proposito como debe ser, concurriendo la luz de varios modos, y resaltando de muchas maneras de lo terso, y pulido del espejo, se dobla, y refiècte siempre con bastante abundancia sobre el objeto, para hacer, que la imagen salga tan clara, como dilatada, por la magnitud del angulo.

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

El Microscopio de reflexion con tres vidrios.

plificar todavía mas la imagen, de distinguir mejor los animales mas pequeños, que nadan en los líquidos, y de descubrir con mas perfeccion los vasos nutritivos, y característicos de las partes de la vejetacion, ò del cuerpo de un animal. Dexaremos por ahora muchas especies de Microscopios, y trataremos aquí del de tres vidrios, y de doble reflexion. Comencemos por el progreso, que hacen los rayos. En la figura 20, SS, es la porcion de un espejo concavo puesto en la parte inferior sobre la bafa, ò pié del Microscopio. Los rayos paralelos reflexen en esta porcion de espejo obliquamente, y concurren en un foco de alguna extension 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 vertices de conos, ordenados entre si, como lo están los puntos del objeto, aunque mucho mas anchos, y dilatados. Notese, que à causa de la transposicion de los rayos queda esta imagen inversa: pues desde ella, como desde un objeto verdadero, parten los rayos para llegar obli-

qua-

quamente à n K, tercera lente, que se llama ocular, de donde salen paralelos entre si, y van à pintar en la vista la imagen df, de donde partieron ultimamente. Esta imagen llega inversa, con que la que perciban los ojos saldrá recta, invirtiendose los rayos df en la vista; quando, si la imagen estuviera recta en los ojos, como lo está el objeto verdadero, apareceria inversa sin duda. Yà tenemos el esqueleto, ò armazon del gran Microscopio de reflexion: 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 bafa C en que está el caxoncito D para guardar las lentes, y demás instrumentos, y piezas, que se necesitan en el manejo del Microscopio.

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 hacia 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 cilindrica en que ajusta la lente objetiva. El caxoncito tiene cinco (***) todas desiguales, ò de diversos grados, y aumento. El cañon ee, subiendo, ò baxan-

Ll 2

xan-

Fig. 21.
Baker The-
microscop.
Maderay.

(**) Ocho traduce el Italiano.

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

La plataforma (**a) de latòn, agugereada en M, para recibir el fiador (**b) N. Este instrumento N està compuesto de tres circulos, immobiles los dos, y movable el otro: aqui se introducen horizontalmente aquellas planchitas (**c) de marfil, qual es la que se señala con el número 4; en estas planchitas està encerrado el pequeño objeto entre dos hojas de talco de Moscovia perfectamente transparentes, y se afirman por medio de el reforte de un anillo de latòn, ò alambre, que las asegura, y comprime. La planchita 4 và, y viene como se quiere, de modo, que dexada, queda sin movimiento, y segura, porque el circulo movable se arrima por sí mismo al circulo 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 concavo,

(**a) El Italiano *pietraforma*.

(**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 està puesto el objeto, que se registra. El Italiano le llama solamente *LAMINA*.

(**c) Algunos les dan el nombre de *LENTE*s à estas planchitas; pero aquí le damos este nombre, y no el de lentes, por no confundirlas con las *LENTE*s, ò vidrios de aumento: si bien à estas les dan otros con bastante propiedad, el nombre de *MAGNIFICANTES*.

(**d) Italiano *PIASTRETTA*. Lat. *LAMINA*.

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 hoven, 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 cenicientos; y el otro con un suelo de Evano, para que se discernan 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 concavo, que dà vuelta sobre dos tornillos SS dentro de el semicirculo R, que tambien se mueve sobre su espiga c, y por medio de la libertad de estos movimientos se encamina la reflexion, yà sea de la luz de una vela, ò yà sea del Sol, ò del horizonte, al objeto transparente, que se observa en M. Esta primera reflexion puede servir de dia, y tambien la de la vela.

V Vidrio convexo por una parte, y plano por otra para arrojar de algo lejos la luz de una bugia, y unir sus rayos en un foco vivo sobre el objeto opaco puesto en M. Este vidrio juega sobre su espiga, como el espejo concavo, y la encaxa en la abertura W: y esta es una segunda reflexion, que podrá conducir

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

X Cono concavo de madera negra para colocarle en la abertura M, quando se usan las lentes, ò magnificantes de mucho aumento. La experiencia enseña, que la imagen de el 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 assegura un cabezudo (**), un gobio, ò cadoz, cuya cola transparente, puesta en medio de M, permite ver la circulacion de la sangre. Puedese tambien meter en el tubo I una Rana pequeña, un Lagartillo, ò una Anguila viva, y en sus extremidades se ve maravillosamente esta circulacion, poniendo el tubo en las asías, preparadas para este efecto debaxo de la abertura M. La circulacion aparece rapidissima, 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 estiende en la apariencia el objeto, es cien veces mayor que el, la sangre, que atraviesa este espacio, debe parecer, que camina cien veces mas de lo que en la realidad camina.

2

(**) El CABEZUDO es una especie de Muzil, en Latin CAPITO, y CEPHALUS, en Italiano CAVICCHIO, en Griego κεφαλος. La palabra, que aqui se traduce, que es TETARD, significa tambien un Escaravajillo aqueño, negro, y de cabeza grande. Vase el Dic. de Trevoux, Nebrija, el de siete Leng. Latrad, Ital, &c.

2 Es un vasito circular, en que se pone un vidrio plano-concavo, ò 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 serian demasfiados.

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

5 Caja de marfil para guardar la provi- sion de hojas de talco.

6 Escovilla, ò especie de pincel.

7 Otras pinzas.

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

Quando se trata de ver objetos transpa-

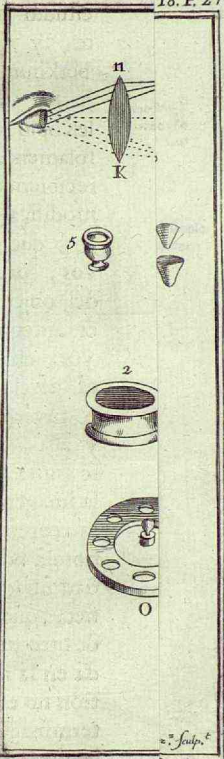
rentes, este es el Microscopio mas util; y aun con el socorro de la segunda reflexion no dexa de servir para los opacos: si bien para el estudio comodo de estos es mas conveniente, y delicioso el espejo concavo de M. Liberkhun.

Telescopio
Astronomi-
co.

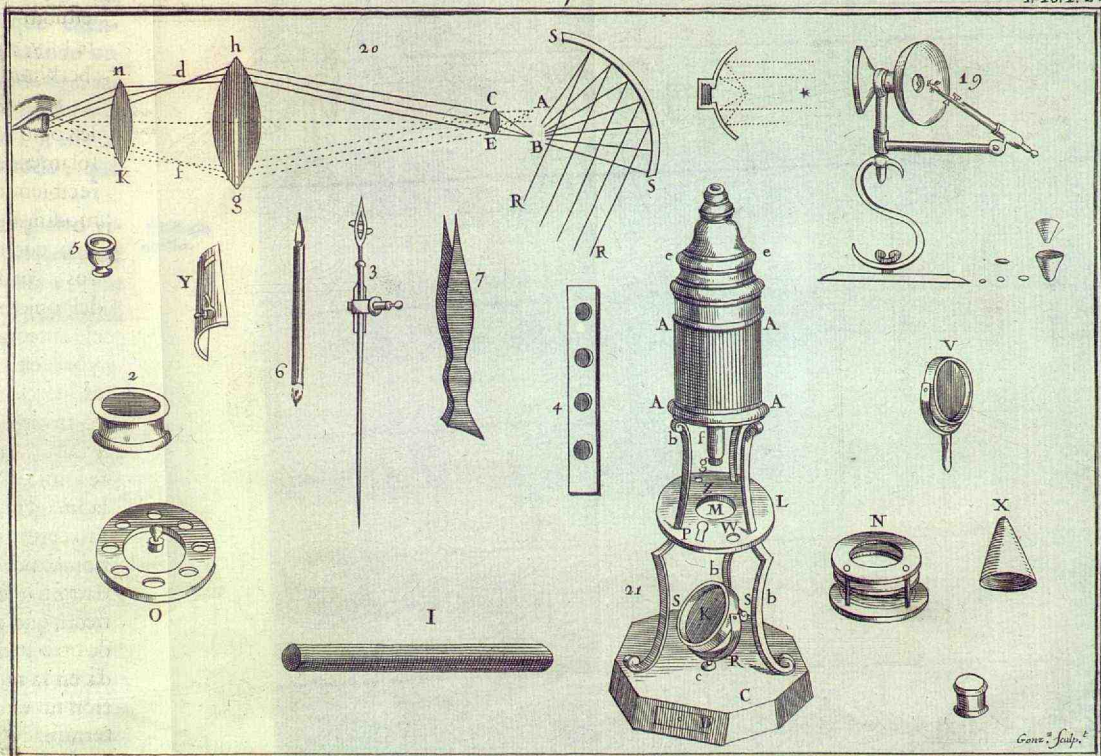
89 El Telescopio Astronomico, y el Telescopio doble, que se aplica al Graphometro, folamente tienen dos vidrios. Este Telescopio, recibiendo los rayos del objeto lejano, los modifica, como si viniesen paralelos, de modo, que se van à unir à sus focos respectivos, ordenandose como lo estàn los puntos del objeto en alguna parte de los vidrios de el anteojo. La distancia del foco es tanto mayor, quanto la curvatura del vidrio objetivo es porción de mayor esphera. Llegando al foco inversa la imagen, aparece recta en los ojos; y así, debe aparecer inverso el objeto, que se mira. Pero la claridad con que se descubre la imagen, y la hermosa iluminacion con que la representa la luz, hace, que pàsse la Astronomia 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 un punto determinado en la imagen recta, ò inverfa. Tambien se mira este inconveniente, como si no lo fue.

Espectaculo de la Naturaleza.
Este es el Microscopio mas util; y aun con el socorro de la segunda reflexion no dexa de servir para los opacos: si bien para el estudio comodo de estos es mas conveniente, y delicioso el espejo concavo de M. Liberkhun.

Telescopio Astronomico, y el Telescopio doble, que se aplica al Graphometro, folamente tienen dos vidrios. Este Telescopio, recibiendo los rayos del objeto lejano, los modifica, como si viniesen paralelos, de modo, que se van à unir à sus focos respectivos, ordenandose como lo estàn los puntos del objeto en alguna parte de los vidrios de el anteojo. La distancia del foco es tanto mayor, quanto la curvatura del vidrio objetivo es porción de mayor esphera. Llegando al foco inversa la imagen, aparece recta en los ojos; y así, debe aparecer inverso el objeto, que se mira. Pero la claridad con que se descubre la imagen, y la hermosa iluminacion con que la representa la luz, hace, que pàsse la Astronomia 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 un punto determinado en la imagen recta, ò inverfa. Tambien se mira este inconveniente, como si no lo fue.



Los Rayos, que caen per-
ficiono por M. Lil.



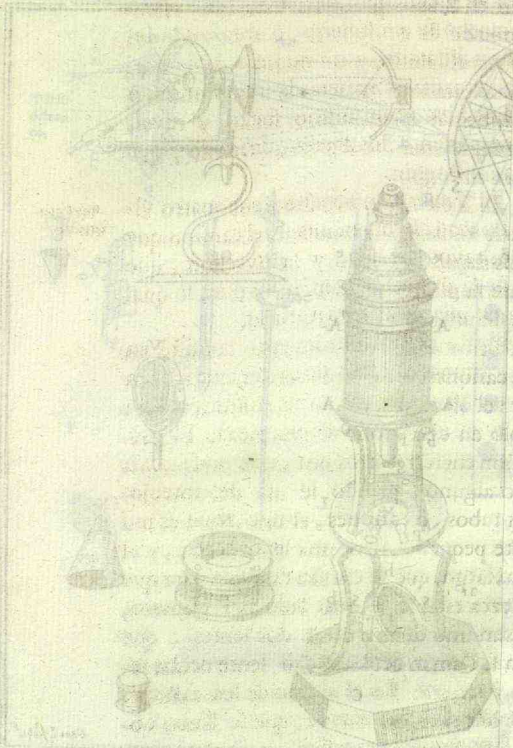
Los Rayos, que caen paralelos sobre la curvatura del es pezo son elevados obliquamente hacia el foco de la lente. este Microscopio se perfeciono por M. Liberkin; pero le invento M. Descartes. Dioptr. C. 2.

Gene. fculp.

fuera, en el Microscopio compuesto, donde se trata de ver un pequenísimo objeto, cuya situación es para el asunto indiferente. No es lo mismo en el Telescopio terrestre, que estendiendo mucho su emispherio, ò abrazando un campo muy dilatado, y un numero de figuras, como arracimadas à manera de una pintura, ò quadro historico en un mismo suelo, y nivèl, 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 ultima imagen en los ojos, lo qual es causa de una verdadera reëititud.

La fabrica de este instrumento consiste en muchos cañones, ò tubos de cartòn, que entran el uno en el otro, si yà no se construye, 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 antejo. 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, trahe asimismo dentro otras dos lentes, que tambien se llaman oculares, ò lente ocular segunda, y tercera. En el ultimo de los cañones grandes està el vidrio mayor, que se llama objetivo. Los circulos pequeños, ò diaphragmas,



que se ponen en lo interior de los tubos, entre las lentes, y en los puntos, que constituyen el foco comun, sirven para absorver los rayos nocivos à la claridad de la imagen.

91 Estos Telescopios tienen tres grandes inconvenientes. 1.º La multiplicacion de los vidrios, que hace sombría la imagen 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 imagen aparezcan obscuras, y ofuscadas con iris, ò franjas de diversos colores. 3.º La longitud de estas máquinas, aunque no sea sino de seis, ò ocho piès, hace su gobierno difícil, doblanse por razon de su longitud, y el objeto se pierde de vista, el transporte, y el piè sobre que se arma, son embarazosos en demasia. Esto supuesto, propondrèmos aqui otro Telescopio mas util, ligero, y manejable, de modo, que equivale à un tubo, ò antejo de 8 piès, con que solamente tenga 15, ò 16 pulgadas, y à un Telescopio de 18 piès con solo tener dos y medio. Este es el que se inventò ya hà casi cien años por un Optico Escocès (b), que le hizo gravar, y publicar el año de 1663. Despues se ha perfeccionado,

(a) Tomo 7. Conv. IX.

(b) Optica promotà Jacobi Gregori.

nado, y es entre todos el que mas ha agrado al publico, principalmente despues de los diferentes grados de perfeccion, y facilidad con que en Londres, y Paris le han trabajado, y en que parece iban como à porfia. Sus dimensiones las tenèmos en un tratado muy bueno * de M. Passèmant, à cerca de la construccion de este Telescopio, y del modo de volver sus vidrios, y sus espejos. Este Oficial inteligente nos dà motivo para esperar nuevas producciones de su industria (**).

Fig. 23: el Telescopio de espejo agugereado. La primera vista descubre en èl, que consiste en muchas piezas faciles de distinguir. 1.º Un piè muy simple, y muy còmodo, que se desarma, y reduce à varias piezas. 2.º Una rodilla, que ayuda hàcia 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 piè, y sustentàculo. 4.º Un tubo de cobre, cubierto de zapa, de 13 pulgadas de largo, y dos, ò poco mas en su interior, ò en el alma del cañon. 5.º Otro pequeño tubo, ò cañuto de latòn, embutido en el primero, y de tres pulgadas de largo. 6.º El usillo, que es una varita de acero, terminada en un boton hàcia el tubo pequeño, y arriada à lo largo del cañon grande.

El uso del piè es bien sabido. El cañon pequeño

Min 2

que-

(**) Este punto omite la traduccion italiana.

queño no tiene sino una abertura de un quarto de linea para aplicar à ella la vista. La extremidad exterior del cañon grande està toda abierta para recibir paralelos los rayos, que vienen de los objetos lejanos. Estos rayos caen al fondo del cañon grande, en donde hallan un espejo concavo agujereado por medio con una abertura de seis lineas; y recibiendo los rayos paralelos en la concavidad, los vuelve à enviar obliquamente, de modo, que los reune en un foco distante nueve pulgadas: alli se cruzan, y hacen divergentes, y de este modo vãn à caer sobre la concavidad de otro espejo de ocho lineas de diametro, y 18 de foco. Estos rayos encuentran la superficie tersa, y pulida en medio del tubo ancho, à diez y ocho lineas de distancia de el 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 común, en el hueco del cañon grande en un cursor, ò brazo, que se juega desde fuera por un agujero lateral con el tornillo, que termina la varita, ò usillo de acero. El espectador dà vueltas al boton à un lado, y à otro, y adelanta, ò atrassa 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 paralelas; lo qual las dirige hàcia la

aber-

abertura del espejo grande, entran por ella, y encuentran debaxo de una pequeña obliquidad al principio, ò entrada del segundo cañon el primer vidrio, que es plano-convexo, el que los junta, y forma una segunda imagen hàcia el medio del cañon, y del lado de acà de su propio foco. La negregura de los lados, ò paredes del antejo, y un diaphragma, puesto hàcia la uníon de los conos, ò pincèles, acaban de aclarar la imagen: y como representa, y corrige la precedente, los rayos, que salen de aqui, como del objeto mismo, passan al segundo vidrio en forma de media luna; y atravesandole, 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 paralelos, que salen de la media luna, mostraràn el objeto como colocado en la parte de donde ellos salieron, esto es, hàcia el diaphragma vecino, y de aqui es, que los objetos muy lejanos aparecen sumamente vecinos.

Este Telescopio diò lugar al de Newton, que es posterior, y copia suya, sin tener mas diferencia que una mutacion muy pequeña: uno, y otro reciben la luz por una abertura ancha, y en un espejo tambien muy ancho, que està en el fondo del Telescopio; y uno, y otro la vuelven, y entaminan al segundo espejo; pero en el de Newton el espejo, que termina el tubo, no està agu-

reado , 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 à uno de los lados del tubo casi à angulo recto , y alli descubre la vista el objeto , como si le tuviera delante , no obstante que se halla à un lado (**).

Este Telescopio dà 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 dàr 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.

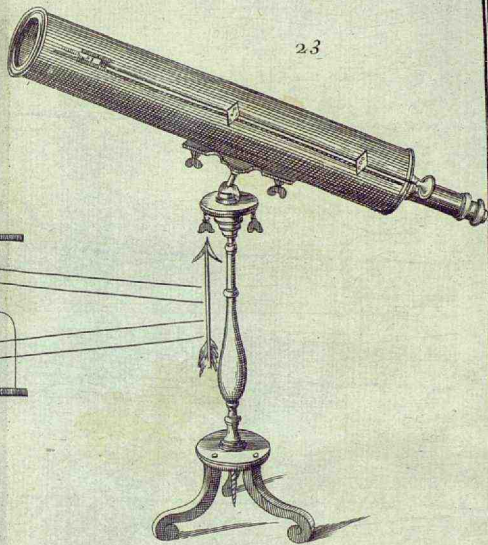
La multitud innumerable de Artesanos , Tramoyistas , y Architectos , que usan continuamente del diseño , deben tambien à la Optica las reglas de la perspectiva , tan à proposito por su simplicidad , como por su certidumbre para ayudar al ingenio , y dàr à las diversas partes de un todo las situaciones respectivas , que tendrian , siguiendo la sencillez de la misma

Na-

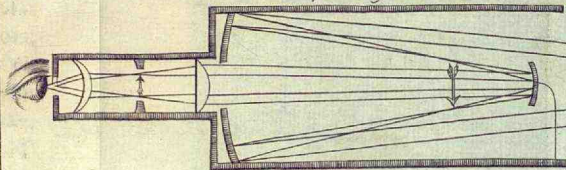
(**) Tampoco Nevvton perfeccionò este Telescopio ; pues no obstante , que gastò 60 años en disponerle , jamàs pudieron los Oficiales Ingleses , aun siendo tan exactos , y curiosos , conseguir la facilidad en las observaciones , y claridad en la imagen , que ideaba Nevvton , que vino à dexarle imperfecto 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 juzgò no dexar que hacer en este punto à los venideros. Vase à Pedro Van Musschenbroek , Oratio de Sap. Div. hàbita A. D. VII. Februarii MDCCXLIV. p. 14. Imp. de Leyden , año de 1729. 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 ultima mano ; pero los tiempos demienten muchas veces nuestros juicios , y acaso nos diràn los venideros , en esto , como en otras cosas , quanto les quedò , que hacer à los passados.



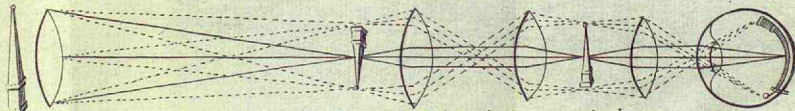
23



*Los progresos de la Luz en el
Telescopio d' reflexion. 23.*



22



Los progresos de los Rayos en el Telescopio de quatro vidrios.

El Telescopio.

JPH. G.^z f.^e

Naturaleza. Nada recelan mas, que apartarse de la hermosura, y por esta causa siempre ponen los ojos en la simple Naturaleza. Pero estas Artes imitadoras no dan un passo, 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.

Conclusion.

En este compendio de Ciencias prácticas no nos estenderemos yà mas, pues basta lo que hemos dicho para que conozcamos con evidencia el destino, y verdadero empleo de la inteligencia, que le entregò al hombre el Criador. La sabiduria 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 particulas, ò elementos, que le componen, el conocimiento de los designios de Dios, y de sus decretos, y voluntad, pertenece à la ciencia del Criador; èl lo reservò para si mismo: nuestro entendimiento, en esta razon, està en tinieblas; aqui se acabò su ciencia; no reconoce las essencias de las cosas en si mismas, como no conoce el celèbro en que el entendimiento mismo se aloja: querer penetrar esto, es solo buscar escollos en que peligre, y lo que le es permitido saber de las obras libres de la voluntad de Dios, si este Señor no se lo dice, jamàs lo podrà saber.

FIN DEL TOMO DECIMO.



