

REMI

USO

DEL

PANI

3694

BIBLIOTECA

DE LA

Universidad de Salamanca.

Sala Est Tab. Núm.

64

10

36964

R

~~35-9-98.~~

El instrumento está junto a
el Monetario de la Univ.

b1690185x

Dibujos técnicos.
sin instantáneos

ENSAYO

SOBRE EL

PANTÓGRAFO,

INSTRUMENTO UTILÍSIMO Á LOS DIBUJANTES, GRA-
BADORES, LITÓGRAFOS, PINTORES, INJENIEROS I
DEMÁS ARTISTAS, PARA COPIAR, SIN NECESIDAD DE
LOS PROCEDIMIENTOS ORDINARIOS, TODA CLASE DE
DIBUJOS, PLANOS, CRÓQUIS ETC.; I PARA REDUCIR-
LOS I ESTENDERLOS EN UNA RAZON DADA.

Por D. Estevan Pecmolar.



MADRID: 1834.

IMPRESA DE PALACIOS, calle del Factor.

INTRODUCCION.

Todos saben los complicados procedimientos que usan los artistas para la copia de sus dibujos, de los planos, con especialidad cuando se trata de obtenerlos reducidos ó de mayores dimensiones. Si se sirven de la aplicacion de la *Jeometría*, no pueden dispensarse para la simple copia de algunos puntos de un plano, de la determinacion de los ángulos formados por la confluencia de las líneas que los reunen i de su traslacion; siendo indispensable para la reduccion ó estension de los planos determinar los ángulos, estimando ademas la proporcionalidad de las dimensiones. Si se trata de lograr estos resultados por medio del estarcido, del calcado, ya sea por transparencia, ya sea usando del papel vegetal, ó el llamado cristal ó jelatina, nadie ignora cuán embarazosos sean semejantes medios, poco fieles en jeneral, i que sobre ecsijir algunos de ellos se practique dos veces el calcado, son de todo punto inaplicables á la reduccion i estension de las figuras. El uso de la cuadrícula, de que se sirven algunos, no es

:

menos embarazoso i complicado. Por lo demas la copia, la reduccion i la egstension de aquellas ni aun por procedimientos matematicos puede obtenerse con ecsactitud, á no estar limitadas por líneas rectas ó curvas calculables, como arcos de círculo, porciones de elipse, fragmentos de parábola, de hipérodola, cicloide, etc., lo que rarísimas veces acontece en la práctica, donde casi siempre se ven las figuras limitadas por curvas irregulares. La simple copia de una de estas apura los recursos del cálculo, sin que pueda obtenerse con ecsactitud. Determinense, si se quiere, todas sus ordenadas i abscisas con la mayor escrupulosidad; estúdiense la coincidencia de alguna de sus inflexiones con tal ó cual porcion de las curvas normales; siempre resultarán indeterminados algunos puntos de la curva á pesar de la complicidad de estos procedimientos; los cuales se multiplican mas i mas si se reducen ó egstienden al mismo tiempo. Tan complicados procedimientos é incompletos en sus resultados se suplen con indecible ventaja con el uso del instrumento, cuyas utilidades, teoría, construccion i modo de usarse voi á egstener.

UTILIDADES DEL PANTOGRAFO. (1)

1. **P**or medio de este instrumento se copian con la mayor brevedad toda clase de originales, figuras, dibujos de cualquier jénero, planos jeográficos, etc. Las copias se obtienen con las mismas dimensiones, ó reducidas ó egstendidas en la razon que se propouga, mudando de antemano la posicion de dos pequeñas piezas del instrumento. Los contornos resultan copiados con la mayor fidelidad, sin mas que recorrer sucesivamente su egstension en el original con un estilete sujeto á una de sus piezas: esta pieza es fácilmente movable, i sus movimientos se reproducen ecsactamente en otra á que está sujeta una pequeña lapicera. Tal es la ecsactitud de la reproduccion de los movimientos de la primera pieza, que si en el punto destinado á la lapicera se coloca una

(1) De πάντων, *todo*; y de γραφή, *descripcion, delineacion, escritura.*

(6)

pluma taquigráfica, se copia hasta la escritura que se haga ó figure hacer con aquel. Pero la utilidad mas notable de este instrumento consiste en la reduccion y egstension que por su medio pueden darse á los orijinales: estas pueden obtenerse bajo una proporcion determinada i que de antemano se calcula, siendo las dimensiones de lo que resulte una mitad, tercera, cuarta parte, etc., etc., segun se quiera, respecto de las primitivas; para lo cual se darán reglas seguras cuando se hable del modo de usarle. El que se haya visto muchas veces en la precision de interrumpir sus tareas artísticas, con motivo de la copia de un dibujo, de la reduccion de un plano, de la necesidad de aumentarle proporcionalmente etc., conocerá todas las ventajas del uso de este instrumento: por su medio verá copiados con la mayor prontitud i con las dimensiones que se proponga, la curva mas irregular: este resultado abreviará prodijiosamente los trabajos de cualquiera artista, no pudiéndose lograr por otros medios mas que incompletamente i con una complicidad de procedimientos embarazosísima. El croquis mas confuso se pone en limpio por su medio con una rapidez indecible i en la proporcion que se desee. Otra propiedad tiene el Pantógrafo, es-

(7)

pecialmente útil á los grabadores i litógrafos: consiste en la posibilidad de obtener, cuando se quiera, las figuras al revés: aun á los demas artistas es útil esta propiedad, cuando se trata de sacar el complemento simétrico de un objeto cualquiera; pues que no basta para este efecto copiarle simplemente, sino que es necesario tambien dar á los diferentes puntos del objeto una posicion en la copia inversa respecto á la de los homólogos en el orijinal. Admira que entre los artistas no se haya hecho comun el uso de un invento que puede abreviar considerablemente sus trabajos, i que jeneralizado daría un impulso notable á su perfeccion.

TEORIA DE ESTE INSTRUMENTO.

2. Los resultados del Pantógrafo estan fundados en las propiedades jenerales de los paralelógramos i en las de las líneas proporcionales.
3. Por las de los paralelógramos que tienen sus cuatro lados iguales se esplica la copia de las figuras con sus propias dimensiones; por las de los mismos cuando sus lados comparados con sus adyacentes respectivos son desiguales, i por las de las líneas proporcionales, la copia de

las figuras con aumento ó disminucion de las dimensiones.

4. Sea el paralelogramo A B C D (fig. 1.), cuyos lados articulados entre sí por sus egstre-mos sean susceptibles de prestarse á toda clase de movimientos que se impriman á cualquiera de ellos. Si se supone el eje de la articulacion A fijo en un punto de un plano: 1.º todos los puntos del paralelogramo en sus movimientos jirarán sobre A en el plano: 2.º por la movilidad de los cuatro puntos de confluencia A B C D de los lados del paralelogramo variará su direccion respectiva: 3.º este cambio de la direccion de los lados alterará la graduacion de los ángulos; pero el paralelogramo quedará siempre tal, pues no varia la egstension de sus lados, lo cual basta para constituirle: 4.º si se supone invariable la graduacion de sus ángulos, i por consiguiente fija la posicion respectiva de sus lados, i que la figura jire al rededor de A, todos los puntos del paralelogramo en sus movimientos sobre el plano en que está fijo el eje de A, describirán arcos, cuyos radios estarán determinados por la distancia que les separe del punto A, puesto que en este caso, por cuanto no varia respectivamente la posicion de dichos puntos, sucede al paralelogramo lo que á un

plano cualquiera, que jirase paralelamente á sí mismo i al rededor de uno de sus puntos; otro tanto sucederia á cualesquiera puntos relacionados con los lados del paralelogramo de un modo invariable; i este resultado es idéntico, cualquiera que sea el punto del paralelogramo ó de los con él relacionados á que se imprima el movimiento: 5.º si se dejan movibles las articulaciones i se supone por consiguiente variable la graduacion de los ángulos, &c., i á uno de los puntos de los lados del paralelogramo diferente de los que concurren en A, se imprime un movimiento cualquiera irregular, resultarán dos efectos notables; 1.º todos los puntos de los lados A B i A D, cualquiera que sea la irregularidad de aquel, no podrán describir mas que arcos de círculo, por ser constante su distancia del centro A; 2.º todos los puntos de los lados B C i C D describirán ciertas líneas que tendrán relaciones variadas con la direccion de aquel movimiento. En la manifestacion de algunas de estas relaciones consiste esencialmente la esplicacion del primer orden de los resultados del Pantógrafo.

5. Hágase un ecsámen un poco detenido i de un modo comparativo de los movimientos de diferentes puntos de los lados B C i C D en

consecuencia de un impulso en una direccion determinada, i se observará la razon de igualdad de algunos de ellos. A poco que se reflexione sobre sus condiciones, se obtendrá la razon de esta identidad de resultados; i esto es lo que me he propuesto en esta 1.^a seccion de la teoría de este instrumento.

6. Para este efecto sea el paralelógramo A B C D (fig. 2.), cuyos lados C B i C D se prolonguen hasta los puntos P i Q respectivamente. Supóngase un impulso dado al punto P en la direccion de un arco P p, cuyo centro sea A, resultará que todos los puntos del paralelógramo i sus prolongaciones sin cambiar su posicion relativa describirán arcos de círculo, cuya egstension será respectivamente proporcionada á la distancia que los separa del centro A: el punto g describirá el arco g c, el B, el arco B b, el C, el arco C c, i así de los demas. En todas partes quedarán los puntos á las mismas distancias, respectivas entre sí; pues si se supone alguno de estos resultados opuesto á lo que se anuncia, i capaz de imprimir al paralelógramo algun cambio en sus relaciones i forma, indispensablemente habia de mudar el punto P de posicion respectivamente al centro A i á los demas puntos del paralelógramo, lo

que es contra las condiciones de la construccion, segun es fácil ver si se realiza aquella suposicion.

7. Los arcos descritos por los diferentes puntos del paralelógramo i la prolongacion de sus lados son iguales en graduacion y proporcionales en egstension á sus respectivos radios, luego el arco P p descrito por P por una fuerza que obre en este punto, es igual al arco Q q resultado mediato de aquella fuerza; pues los radios P A i Q A son iguales por ser lados homólogos de triángulos iguales; esto es, hipotenusas de los rectángulos P B A i A D Q. El movimiento procedente de una fuerza en P, sin cambiar de direccion podria aumentarse ó disminuirse, i en jeneral resultaria que todo arco que describiese sería descrito igualmente por Q: lo que constituye una parte del primer órden de resultados del Pantógrafo.

8. Ecsaminemos ahora otro órden de movimientos del paralelógramo, prescindiendo de los de traslacion de toda la figura. Sea el C D E F (fig. 3.), articulado por sus cuatro ángulos; supóngase fijo el eje de C i los demas libres en sus movimientos; prolónguense hasta P i B los E D i E F; y tírese la diagonal E C. Digo que si se mueve el P, ya sea hácia el centro C, ya sea alejándose de él, supuesta in-

móvil la diagonal, todos sus movimientos serán reproducidos exactamente por B. El paralelogramo no puede prestarse á estos movimientos, supuesta invariable la posición de la diagonal, mas que mudando la relación de sus ángulos i prolongando ó disminuyendo dicha diagonal; pero cualquiera de estas mudanzas hace uniforme la reproducción del movimiento: en efecto, si por la aproximación de P al centro C cambia la forma del paralelogramo en disposición que la diagonal se prolongue hasta e, el ángulo recto E se convierta en el agudo b e p, el recto D en el e d C, i así de sus opuestos; resultará que todos los puntos de un lado del paralelogramo experimentarán el mismo cambio en su posición que sus homólogos respectivamente, i el B extremo de la prolongación F B se trasladará á b: porque si en el triángulo isósceles P E B, cuyos lados E P y E B son invariables en su extensión, disminuimos el ángulo E, i le convertimos en e, su base debe disminuir á proporción hasta que cada uno de sus ángulos se aumente en una mitad de la diferencia que lleva E á b e p, lo que sucede en b; pues si se tiran las paralelas b d i b' e, resulta que el ángulo d b e, con que se ha aumentado el nuevo ángulo de la base respecto del anterior

E B C, pues que si se le subtrae quedan iguales por correspondientes entre paralelas, equivale al b e b' por alternos internos entre las mismas, siendo e b la secante; pero b e b' es la mitad de la diferencia entre los ángulos E i p e b, por ser la diferencia total de sus mitades, como se ve si se considera á la diagonal como secante de las paralelas; luego el aumento de e b C es igual á la mitad de la diferencia que lleva el ángulo E al b e p. Por iguales consideraciones resulta que si el P se traslada á p' los dos lados iguales del isósceles primitivo aumentarán el ángulo que entre sí formen, su altura, ó sea la diagonal del paralelogramo, quedará limitada en e, el B se trasladará á b', i el ángulo e' b C disminuido por razón del aumento de la base, en una mitad de la diferencia que lleva b' e' p' á B E P. Se ve en consecuencia que la separación ó aproximación de B al centro C es igual á la que P experimenta, reproduciéndose exactamente sus movimientos, siempre que sea invariable la dirección de la diagonal, como se convencerá mas i mas el que se tome el trabajo de notar que cuantos puntos marcan las posiciones diferentes de P i B son homólogos de figuras semejantes.

9. Con estos dos movimientos elementales

pueden recorrerse por P cualesquiera puntos de una curva dada, determinando sus coordenadas. El primer movimiento determina las ordenadas, que son los senos de los arcos que traza; el segundo marca las abscisas, por cuanto determinando la estension de los radios de aquellos, quedan determinados los cosenos que las representan. Para que los senos de los arcos constituyan las ordenadas, es necesario concebirlos prolongados hasta el eje de las abscisas, atendiendo solo á sus limites. Por lo demas el órden de las variaciones de las ordenadas relativamente á la posicion de los puntos, es el mismo que el de las líneas trigonométricas que les corresponden relativamente á la posicion de sus arcos: siendo por ejemplo positivos los senos ú ordenadas, que estan por cima del eje de las abscisas, i los cosenos ó abscisas que estan á la derecha del eje de las ordenadas, y vice-versa; cuyas circunstancias es necesario expresar en las ecuaciones de los diferentes puntos, para conocer sus valores i poder determinar por estos su posicion.

10. Vista la posibilidad de recorrerse las coordenadas de cualesquiera puntos de un plano por P i su exacta reproduccion por B en los dos órdenes de movimientos que hemos esca-

minado i supuesto obrar separadamente, para mejor determinar sus resultados respectivos, se concibe que podrá B reproducir cualquiera curva: cualquiera de estas en efecto está representada por sus coordenadas infinitésimas, i mejor por las diagonales que á estas corresponden. Ahora bien, obrando simultáneamente dichos movimientos, en vez de recorrer las coordenadas de una curva, recorrerán las compuestas del influjo simultáneo de las fuerzas que obran en aquellas dos direcciones, esto es, sus diagonales; las que descompuestas al tiempo de transmitirse el movimiento á los dos lados contiguos del paralelógramo, se transmitirán en este mismo estado á los opuestos para recomponerse en B; luego B ofrecerá las infinitésimas diagonales i en número infinito, transmitidas por P en la forma enunciada, ó lo que es lo mismo las curvas á que correspondan.

10. Si se concibe ahora que en el paralelógramo $\Lambda E C D$ (fig. 4.) el punto P recorre la curva $P p'$, el punto B recorrerá la $B b'$ en virtud de lo demostrado. Dos puntos cualesquiera de estas curvas, $P p'$, por ejemplo, i $B b'$ quedarán determinados por medio de los movimientos elementales, cuyas condiciones quedan expuestas en los párrafos que preceden i que en

este caso son los arcos $P p$, $B b$ i la porcion de sus radios pp' i bb' . Cada uno de los puntos de la curva $B b'$ estará relacionado con la línea $B A$, como los homólogos de $P p'$ lo estan con la $P A$ continuacion de la anterior: otro tanto puede decirse de todos los puntos comprendidos en los triángulos $P p A$ i $B b A$ comparativamente: i en general, toda posicion que afecte el punto B , será respecto de la $B A$ lo que sus homólogos de P respecto de los de la $P A$, pudiéndose considerar estas dos líneas en jeneral como bases de sus respectivos planos, que serán entre sí semejantes, iguales i cuyos puntos correspondientes tendrán todos una posicion diametralmente opuesta.

11. Para ver el fundamento del segundo órden de resultados del Pantógrafo sea el paralelógramo $C D E F$ (fig. 5.), cuyos lados mayores $C D$, $E F$ esten á los menores $D E$, $C F$ en una razon cualquiera, $:: 2: 1$; por ejemplo, tírense las prolongaciones $D P$, $F B$ en la misma razon con los lados, de que lo son, i entre sí, pero inversa en la segunda prolongacion ó $F B$ con el lado respectivo del paralelógramo. Si supuesto fijo el eje de C , y sin alterar la relacion de los ángulos de la figura, se imprime á P un movimiento cualquiera hácia p , este mo-

vimiento describirá una porcion mayor ó menor de un arco trazado en la direccion de $P p$, cuyo radio es la distancia que separa al P del centro C : esto mismo sucederá respectivamente á cualquiera otro punto del paralelógramo i sus prolongaciones; i en jeneral los arcos de todos los puntos de la figura serán de un mismo número de grados, i su estension proporcional á los radios ó sea á la distancia que los separe de C ; luego el punto B describirá en la direccion de $B b$ un arco de la misma graduacion que $P p$, i cuyo radio será $B C$; pero $B C: C P :: C D: C F$, que es la razon dada entre los lados adyacentes del paralelógramo: en efecto, en los triángulos isósceles $C D P$ i $C F B$ cuyos lados $D P$ i $D C$ iguales entre sí, son á $C F$ i $F B$ tambien iguales, como dichas adyacentes entre sí, é igual el ángulo comprendido $C D P$ respecto del $C F B$, por ser uno y otro adyacentes á ángulos opuestos del paralelógramo i sus respectivos suplementos, lo que hace proporcionales i semejantes los lados homólogos $C P$ i $C B$; luego sus arcos tendrán entre sí la misma razon; esto es, la dada de los lados adyacentes del paralelógramo.

12. Si se supone ahora inmóvil la diagonal $C E$, i por el movimiento de P en la direccion

de C ó en sentido opuesto, cambia la relacion de los ángulos del paralelógramo, el movimiento que en B se reproduzca, estará representado por una línea, cuya razon, con la del movimiento de P , será la dada entre los lados menores i mayores del paralelógramo ó entre sus prolongaciones $F B$ i $D P$. En efecto, las líneas que representan aquellos movimientos, tendrán entre sí la razon dada, esto es, la de los lados adyacentes del paralelógramo, ó bien la de los lados homólogos de los triángulos isósceles que anteriormente comparamos, si con su adicion ó substraccion á las bases respectivas de dichos triángulos quedan estas sin embargo con la misma razon; pero esta condicion se verifica, por cuanto siendo dos de los lados de cada triángulo invariables, varia ademas en la misma razon el ángulo comprendido é igual, por serlo así en un triángulo como en otra á $B E P$ por correspondientes entre paralelas, siendo alternativamente la secante $P E$ i $B E$; luego las bases de estos triángulos quedarán con la misma razon entre sí, luego los movimientos representados por las líneas que se añaden ó substraen á las bases, resultarán proporcionales en la misma forma.

13. Por consiguiente, los dos órdenes de

movimientos que pueden afectar al egstremo de una de las prolongaciones P del paralelógramo, se reproducen en el egstremo de la prolongacion opuesta B en la misma razon que tienen entre sí dos lados adyacentes del paralelógramo ó sus mismas prolongaciones; pero dichos movimientos representan, como hemos visto, las coordenadas de los diferentes puntos de una curva cualquiera; luego determinarán su posicion por medio de dichas coordenadas, ó con los arcos i radios con que tienen estas la relacion trigonométrica que hemos visto: esta posicion tendrá en los planos que recorran los puntos P i B la razon dada; i por consecuencia general, toda curva recorrida por uno de estos puntos se reproducirá por el otro con dimensiones que tendrán con sus homólogas la razon de las prolongaciones respectivas á que pertenecen: puesto que hemos visto que la combinacion de los dos órdenes de movimientos que hemos estimado, no altera los resultados; antes bien proporciona su produccion inmediata; en efecto, por medio de esta combinacion la curva P o en vez de recorrerse i reproducirse en todos sus puntos como los dos p o, i b o' por medio de los arcos $P p$ i $B b$, i las porciones de radio $P o$, $B 'o$, pue-

:

den determinarse por las diagonales de las coordenadas que á aquellos corresponden, esto es, de los paralelógramos formados sobre estas. Pueden subdividirse las diagonales al infinito, en términos que el resultado sea la misma curva recorrida de un lado por una série infinita de diagonales infinitésimas i reproducida en el opuesto por una série igual de diagonales, que esten con las primeras en una razon dada.

14. En estas propiedades de los paralelógramos de lados y prolongaciones proporcionales estan fundadas las que ofrece el Pantógrafo, de reducir y egstender en una razon determinada cualquiera plano.



SU CONSTRUCCION.

15. Este instrumento se compone de diferentes piezas que describiremos por separado, indicando despues su relacion.

16. Las principales son cuatro reglas de madera firme, poco flectible (fig. 7), tres de suficiente longitud para que dos orificios hechos á media pulgada de los dos egstremos respectivamente disten entre sí doce pulgadas exactas; la cuarta será poco mas de la mitad: los

dos orificios de sus egstremos deben distar entre sí seis pulgadas. Lo ancho de cada una de ellas será de una pulgada, i de dos líneas el grueso.

17. Todas estarán atravesadas por diferentes orificios exactamente perpendiculares á su plano, su diámetro debe ser de poco mas de media línea. De estos orificios cada una de las reglas tendrá, como se determinó ya, uno en cada egstremo á la distancia indicada de este, ó bien equidistante de los tres bordes que los limitan, i separados entre sí segun se ha dicho (doce pulgadas en las tres mayores, i seis en la menor): las mayores tendrán ademas en el centro un orificio equidistante de los de los egstremos. Desde el centro de cada una de estas á uno de sus egstremos, i en la regla pequeña desde el orificio de un egstremo al opuesto, se harán doce orificios.

18. Cada uno de estos doce orificios indicará la division de las reglas largas en dos partes desiguales que tendrán entre sí una razon determinada, i es la siguiente: las dos secciones de la regla hasta los orificios de los egstremos, cuya separacion indique el primer orificio, esto es, el mas prócsimo al central, tendrán entre sí la razon de 5 á 6, ó la menor ten-

drá de la mayor $\frac{5}{6}$; en el segundo $\frac{5}{7}$; en el tercero $\frac{5}{8}$, i así sucesivamente procediendo del centro al egstremo, $\frac{5}{9}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{5}{11}$, $\frac{5}{12}$, $\frac{5}{13}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{5}$, $\frac{1}{6}$. Estos quebrados se pondrán en las reglas en sus respectivos orificios, segun se ve en algunos de la 1.^a de la figura, los orificios centrales llevarán la unidad en forma de quebrado $\frac{1}{1}$. A cada una de estas cantidades corresponde otra, que egspresada igualmente en forma de quebrado tiene sus dos términos, iguales á los cuadrados de aquellas, ó sea de cada una de las dos porciones de regla, cuya division indica el orificio respectivo. Este segundo orden de cantidades, si se quiere, se colocan en una de las reglas debajo de los orificios respectivos, procediendo desde el central al egstremo de la regla en esta forma: $\frac{1}{1}$, $\frac{25}{36}$, $\frac{25}{49}$, $\frac{25}{64}$, $\frac{25}{81}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{25}{121}$, $\frac{25}{144}$, $\frac{25}{169}$, $\frac{1}{9}$, $\frac{1}{16}$, $\frac{1}{25}$, $\frac{1}{36}$, cuya razon con los respectivos quebrados anteriores conviene tener presente para los usos de que se hablará en el párrafo 35. En la regla pequeña desde uno de sus egstremos al opuesto, i á iguales distancias entre sí, se harán igual número de orificios, designados con los mismos números. Por lo demas, es fácil conocer que las porciones de esta regla que quedan de uno y otro lado de cada orificio,

no tienen entre sí la razon que egspresa el quebrado con que se designa. Las dimensiones de estas piezas en la figura estan, segun se ve, reducidas.

19. Cinco ejes de hierro con su pie de bronce (fig. 6.): este pie a b c (n.º 1.) consiste en un pequeño cilindro de poco mas de una línea a b de alto, cuya base b c tiene como seis líneas de diámetro. De su centro, y perpendicularmente á su plano, se eleva un estilete de hierro fuertemente soldado con su substancia, de igual grueso en todos ellos, tal que puedan entrar con alguna dificultad en los orificios de las reglas. La longitud de los ejes no es igual en todas estas pequeñas piezas. En las dos primeras deben tener una pulgada de largo desde la superficie superior del pie, y pueden rematar con una seccion cualquiera, siendo en todo iguales entre sí. El 3.º i 4.º deben tener pulgada i media de largo, siendo en lo demas iguales á los anteriores i entre sí, pero rematan de diferente modo uno que otro: el 3.º termina por una seccion perpendicular á su eje, i el plano de la seccion debe luego hacerse levemente convexo, como si constituyese un pequeño segmento de una esfera de dos pulgadas de diámetro: el 4.º desde la union de su tercio

superior con los dos inferiores, debe ir en disminucion hasta terminar en punta. El 5.º se diferencia de los dos últimos en que tiene como media pulgada mas de longitud, y termina en punta como el 4.º

20. Debe procurarse que el plano superior de sus pies es témuy igual en toda su egstension, i que sea tal la relacion del grueso de los ejes con los orificios de las reglas, que los ocupen eesactamente, segun se ha dicho, ya en disposicion que el plano de estas sea el estilete de los ejes perfectamente perpendicular.

21. Diez ú once piezas circulares ó cuadradas de madera ó suela, cuyo grueso sea de tres ó cuatro líneas (fig. 8), i el diámetro ó lado de 7 á 8 líneas penetradas perpendicularmente en su centro por un orificio igual al de las reglas, segun se ve en A i B.

22. Una lapicera de palo cortada en la forma que se ve en la fig. 9: de modo que desde su punta hasta B haya igual egstension que la de la longitud de los ejes 3.º i 4.º, menos el duplo del grueso de una de las reglas.

23. Para montar estas diferentes piezas, i formar el Pantógrafo, no hay mas que observar la relacion que tienen en la fig. 10. Las tres reglas mayores, como se ha visto, son iguales

en todo: dos de estas se reunen en el punto D por el eje n.º 3, el cual se introduce de arriba á bajo; quedan de tal modo relacionadas, que la que está encima i á la derecha, ofrece al eje el egstremo que corresponde á su mitad graduada, i la que está debajo i á la izquierda, el opuesto, esto es, el egstremo B (fig. 7), ó sea el mas distante de los orificios de division. De los dos egstremos libres de estas reglas en el P se fija de arriba abajo el eje ó punta n.º 4, i en el B la lapicera de abajo arriba. Por la longitud de los ejes núms. 3 i 4, i por la de la parte gruesa de la lapicera, se concibe que puestas estas dos reglas sobre un plano horizontal, quedarán paralelas á dicho plano, siempre que los ejes i lapicera sean eesactamente perpendiculares al de sus respectivas reglas. Luego se reunirán la última regla larga i la corta por medio del eje n.º 5, que se introducirá de arriba abajo, de modo que la regla larga quede debajo i á la derecha: el egstremo de esta que concurre á la articulacion en A es el correspondiente á su mitad no graduada: el egstremo articulado de la regla pequeña es el opuesto al en que principia la graduacion.

24. Reunidas las cuatro reglas de dos en dos, no faltó mas que relacionarlas entre sí;

esta reunion se hace por medio de los ejes 1.º i 2.º que se introducen de abajo arriba en disposicion, que la regla mayor de la última mitad del instrumento, esto es, la A é, quede debajo de la D P, i la corta encima de la D B. De este modo clavada la punta del eje A a hasta a en un plano, é insistiendo todo el instrumento sobre los ejes dirigidos abajo, la punta P i la lapicera B, quedarán todas las reglas paralelas al plano, pues el egsceso que el eje A a lleva en su lonjitud al D d, queda introducido en él. Para este resultado se ha graduado la lonjitud de los diferentes ejes en la forma indicada.

25. Falta ahora determinar en qué orificios deban introducirse los ejes 1.º i 2.º, esto es, los orificios de e e'. Adviértase que asi como la relacion de los anteriores con las reglas es constante, introduciéndose siempre en los mismos orificios; la de los ejes 1.º i 2.º es variable, del mismo modo que la egstension ó reduccion, que por medio del Pantógrafo se quiera dar á los orijinales. En jeneral las cuatro reglas reunidas deben siempre formar un paralelógramo, y aun por esta razon son aplicables al instrumento las observaciones que sobre aquella figura hemos hecho. Para conseguirlo no

hay mas que procurar que los cuatro orificios que atraviesen los ejes variables e é, esten designados por un mismo quebrado. Este quebrado es precisamente el que egspresa la razon de la reduccion ó egstension que se trata de obtener, segun se verá adelante.

26. El uso de las piezas A ó B es el siguiente: cada uno de los ejes tiene una de ellas, que introducidas por su punta hasta las reglas, las mantiene en una yugsta-posicion completa i á los ejes en direccion invariablemente perpendicular á ellas. Esta condicion de las articulaciones es muy esencial, pues por su medio queda siempre determinada de un modo constante la lonjitud de los lados del paralelógramo que las reglas representan, dependiendo de esto en gran parte la ecsactitud de los resultados. De estas piezas tiene el eje A un número suficiente para llenar toda su lonjitud desde A inmediatamente por debajo de las reglas hasta a; por manera, que forman una columna, cuya base inferior descansa sobre el plano, i la superior sostiene inmediatamente las reglas, determinando de este modo su separacion del plano dicho, y contribuyendo al paralelismo de aquellas con él.

27. De estas últimas piezas las que forman

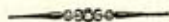
la columna que sostiene la articulacion A, en el mayor número de casos pueden substituirse por una sola, cuya altura sea igual á la columna que resulta de la reunion de aquellas, ó á la distancia A a. Las que sirven para mantener yugsta-puestas las reglas i perpendiculares los ejes, se substituyen, si se quiere, por pequeñas piezas de bronce de forma cilíndrica próximamente, atravesadas en la direccion de su eje de un orificio igual al de aquellas, con una hendidura, que subiendo hasta mas de los dos tercios inferiores de su altura, dé á las dos porciones que divide la elasticidad conveniente á su uso. Véase fig. 11.

28. El eje D (fig. 10) puede substituirse por una roldana. Esta piececita (fig. 13) consta de un prisma cuadrangular B articulado con el armazon A, de modo que este pueda moverse libremente i en direccion vertical al rededor del centro de la base inferior de B: c es un pequeño círculo de hueso, que atravesado por un eje horizontal apoyado en la parte inferior del armazon, puede rodar á su alrededor con facilidad. De la base superior de B sale perpendicularmente el eje de la roldana, que introducido en los orificios de D por debajo, recibe por cima de las reglas i para mantener su

yugsta-posicion una pieza como la de la fig. 11. La que acaba de describirse, al menor esfuerzo permite á las reglas que articula, moverse paralelamente al plano en que se apoya el instrumento, para lo cual es necesario dar á toda ella una altura conveniente.

29. La lapicera de palo se substituye con ventaja por una de metal (fig. 12) de las dimensiones convenientes, para que puesta la punta de lapiz se mantengan las reglas paralelas al plano. De su parte superior se eleva un eje, que atravesando de abajo arriba la regla correspondiente, queda sujeto por cima de ella por el mismo mecanismo que el de la roldana.

30. Ciertos usos especiales del Pantógrafo requieren algunas otras piezas, de que se dará idea mas adelante.



MODO DE USARSE.

31. Para servirse de este instrumento, se le coloca horizontalmente sobre una mesa; se clava en ella la punta del eje A (fig. 10) hasta a, esto es, hasta que las reglas queden paralelas á dicha mesa. A la derecha del que usa el ins-

trumento, ó sea del lado de P, se coloca el orijinal, fijándole para que no cambie de posicion por obleas ú otro medio cualquiera; i á la izquierda se fija del mismo modo el papel de la copia; de modo, que recorriendo rápidamente con la punta P los límites del orijinal, no llegue á salir la lapicera de los del papel destinado á la copia. Hecho esto por medio de la punta del eje P, se recorren todos los puntos del orijinal, se siguen sus contornos, se marcan los límites de las sombras, &c., i quedará todo indicado en el papel de la izquierda por la lapicera B, en la misma forma que se recorrió en el orijinal.

32. Cuando se recorre por P alguna línea interrumpida de trecho en trecho, en las interrupciones hay que tener cuidado de levantar la lapicera para que deje de señalar; y al contrario, cuando marca poco las líneas, se la auxilia con una lijera presion, practicada en direccion perpendicular al plano, i de modo que embarace lo menos posible los movimientos.

33. Para reducir los orijinales en una razon dada: si la razon que se propone es la de las dimensiones del orijinal con las de la copia que se desea reducida, se busca en una de las reglas el orificio cuyo quebrado egsprese dicha

razon: por los orificios de las cuatro reglas señaladas con el mismo quebrado se introducen los ejes amovibles e é, i quedará el instrumento preparado de modo, que dará la reduccion pedida.

34. En jeneral el denominador del quebrado del orificio que ocupe el eje amovible, es á su numerador, como las dimensiones del orijinal serán á las homólogas de la copia que se obtenga; i recíprocamente: luego si de un orijinal dado se quiere obtener una copia cuyas dimensiones sean por ejemplo $\frac{1}{3}$ de las respectivas de aquel, se introducirán los dos ejes amovibles e é en los cuatro orificios designados con este mismo quebrado. Cuando entre los quebrados que ofrece la regla no hai alguno que egsprese la razon de la reduccion propuesta, se hará la reduccion en la razon que egsprese el quebrado que mas se aproxime á aquella.

35. Si la razon que se propone es de la superficie del original con la que se desea tenga la copia, no hay mas que extraer la raiz cuadrada de los dos términos de la razon que se propone, i la razon que formen las dos raices, es la que se busca en los quebrados de las reglas; ó si se quiere, se estima directamente la

razon de las superficies propuestas, i se busca el quebrado que la egsprese entre los que estan colocados debajo de los orificios de las reglas, ó sea entre los de la segunda série (18); i si no le hai, se toma el que la egsprese mas prócsimamente, i la raiz cuadrada de cada uno de sus términos, ó el correspondiente á la primera série (ib.), indicará los en que deban introducirse los ejes amovibles.

36. En la fig. 10 estos ejes estan colocados en los orificios marcados con $\frac{1}{3}$; por consiguiente está calculada la razon de las dimensiones del orijinal con las homólogas de la copia: esta misma razon guarda en jeneral la distancia de P á ϵ con la que hai desde B á e. A los resultados que ofrece el instrumento montado de este modo es aplicable cuanto se ha dicho en el párrafo 11 i siguientes.

37. Si los ejes amovibles se colocan en los cuatro orificios h h' m n (fig. 10) señalados con el quebrado impropio de la unidad, tenemos la razon de igualdad de las dimensiones entre el orijinal y la copia, i aqui tiene su aplicacion el párrafo 4 i siguientes.

38. Para dar á los orijinales el aumento de las dimensiones en una razon dada, se colocan los ejes variables, como si se fuese á hacer la re-

duccion en la misma razon: hecho esto, se traslada el eje de P al punto B, i la lapicera de este á P; se coloca entonces el orijinal á la izquierda para recorrerle con el eje trasladado á B, i la lapicera le delineará egstendido en la proporcion calculada. La razon de esta diferencia de resultados está fundada en lo egspuesto en los párrafos citados, i si se quiere, en la de las distancias de P i B á sus ejes amovibles respectivos.

39. De este instrumento, como se ha dicho ya, pueden hacer uso los artistas para la copia de orijinales de mucha egstension, reduciéndolos ó egstendiéndolos al mismo tiempo si se quiere; pero para este resultado hai que tener presentes reglas á cuya egsposicion precederán algunas observaciones.

40. Cualquiera que sea la egstension del Pantógrafo, como para su uso se requiere que el eje de la articulacion A esté fijo, es fácil conocer que la egstension que pueda recorrer el punto P tendrá sus límites. Estos límites estan representados por la circunferencia descrita por P (fig. 10) al rededor de A como centro, siendo el radio la mácsima distancia posible de estos dos puntos entre sí; i como esta distancia esté representada por P e' i su igual

e' A, resulta en jeneral, que en todo Pantógrafo montado con arreglo á una proporcion cualquiera, el punto P puede recorrer todos los de una egstension limitada por una circunferencia, cuyo radio sea el duplo de la distancia de P al eje amovible correspondiente, á lo que llamaremos radio del instrumento. Si se colocan dichos ejes en la razon de igualdad, este radio será la longitud de una de las reglas mayores, i como en las reducciones el punto P se separa de la articulacion variable e' en razon de la diferencia de los términos de aquellas; i en las egstensiones el B que ejerce las funciones de P se aprocsima á e en razon de la diferencia de sus términos, resulta en jeneral, que dado un Pantógrafo de dimensiones determinadas, en las copias con razon de igualdad, el espacio del orijinal que de una vez puede copiarse, será el comprendido en una circunferencia, cuyo radio sea una de las reglas mayores del instrumento: cuanto mayor sea la reduccion que se trate de obtener, tanto mayor será dicho espacio; i tanto menor, cuanto mayor sea la egstension que se procure dar á las figuras.

41. En la aplicacion del resultado del cálculo que precede al uso del Pantógrafo, hai

que tener presentes dos advertencias: 1.^a como por la latitud de las reglas del instrumento, cualquiera que sea, los lados P e' i e' A, en el mayor grado de abertura del ángulo que forman entre sí, no puedan confundirse en una misma recta, la separacion de P respecto de A es siempre un poco menor que la suma de los dos lados ó que el duplo de P e': lo que conviene tener presente para determinar con precision el radio del Pantógrafo. Esta misma circunstancia de las reglas hace imposible la aprocsimacion de P á A en términos que se confundan, i por consiguiente impide que P recorra el espacio comprendido en un pequeño círculo al rededor de A. 2.^a como la izquierda del punto A del Pantógrafo esté ocupada por el papel de la copia, de una vez solo se puede copiar todo el orijinal comprendido en el semicírculo de la derecha. Si se quiere hacerlo al mismo tiempo del que está comprendido en la izquierda, hai que colocar el orijinal y papel de modo que el diámetro que en aquel divide los dos semicírculos que sucesivamente se copian, se confundan con el diámetro que en el papel de la copia divide los dos semicírculos sucesivos de esta. El eje A a será el centro comun de los cuatro semicírculos, i

de los dos diámetros; i los puntos P i B quedarán colocados á distancias proporcionales del centro i de los puntos homólogos de sus respectivos semicírculos; i si algun error lijero hubiese en la colocacion del papel respecto al orijinal, podrá rectificarse al tiempo de emprender de nuevo la delineacion.

42. Si ocurriese trasladar por medio del Pantógrafo un plano de mucha egstension, un lienzo, por ejemplo, se practicará del modo siguiente. Primeramente se montará el instrumento con arreglo á la reduccion ó egstension propuesta. Como todo él debe colocarse sucesivamente en diferentes puntos del orijinal, se fija su posicion por medio de un pie de plomo ó de bronce. Este pie consiste en dos semicilindros desiguales reunidos por su eje, cuya base sea en el mayor de tres pulgadas de diámetro, i en el menor de una á una i media; su altura igual á la distancia A a (fig. 10). Este pie estará atravesado en la direccion de su eje por un orificio que reciba al estilete A a libre de las piezas que forman la columna A a, de las que dos ó tres se habrán colocado sobre la base del eje antes de introducirlo, para mantener las reglas yugsta-puestas á la base superior del pie que se describe. Para formar mas exactamente

idea de este pie, véase en la fig. 14 su base ó sus secciones paralelas á esta.

43. Colocado el instrumento sobre el pie, no hai mas que determinar de un modo riguroso los diferentes puntos del orijinal en que debe este colocarse sucesivamente, i la posicion que respecto á éste debe darse al papel de la copia.

44. Para esto se limita por medio de una recta A B (fig. 15) la parte superior del orijinal, despues de haberle colocado horizontalmente sobre una mesa. De cualquiera de los puntos de dicha recta se baja una perpendicular igual en lonjitud al radio del Pantógrafo; en el egstremo inferior de la perpendicular se tira una paralela á aquella; debajo de ésta á igual distancia otra; i asi sucesivamente hasta llegar á la parte inferior del orijinal. Estas diferentes paralelas, procediendo de arriba abajo, i sin contar la recta que limita superiormente el orijinal, se designan con los números 1, 2, 3, &c., hasta la última ó inferior.

45. Sobre la primera paralela, procediendo de izquierda á derecha, i con una abertura de compas igual á la distancia que separa las paralelas entre sí, se coloca tantas veces como sea posible dicha distancia, i se designan los

límites de estas divisiones con los números 1, 2, 3, &c., desde la izquierda hasta la última division de la derecha. Estas divisiones, numeradas en la misma forma, se harán igualmente sobre la 3.^a paralela, la 5.^a, 7.^a, &c., i en jeneral sobre todas las impares en el órden de su colocacion de arriba abajo: todo segun se ve (fig. 15) en A D. En seguida se prepara el papel de la copia, tirando en él tantas paralelas cuantas hai en el orijinal; pero la longitud de estas, sus distancias recíprocas, i las divisiones de las paralelas impares, tendrán con las dimensiones homólogas de las líneas tiradas sobre el orijinal (1) la misma razon que deban tener las dimensiones de la copia, comparadas con las de aquel; todo lo cual es de construccion mui sencilla: véase en la misma figura la division i numeracion de a d.

46. Hecho esto, se coloca el pie del Pantógrafo en el centro n.^o 1 de la 1.^a paralela del orijinal, de manera, que el centro de la base inferior del pie coincida con aquel, i su semicírculo mayor esté sobre la paralela inme-

(1) Estas líneas deben señalarse en el orijinal con una materia que no lo inutilice, como yeso, albayalde preparado, si es sobre lienzo, ó sumamente delgadas.

diatamente por cima, confundiendo con ella su diámetro: luego se dobla el papel preparado para la copia por la primera paralela en dos partes desiguales, en disposicion que lo que cae encima de la paralela se sobreponga á lo que está debajo de ella, quedando esta en el mismo lomo de la fleccion; se levanta oblicuamente el pie del instrumento, y se coloca debajo dicho papel, de modo que el número 1.^o de la paralela coincida con el mismo del orijinal, i con el centro de la base del pie: las dos paralelas ademas marcadas con el número 1.^o, esto es, la del orijinal i la de la copia, se confunden en todo el trecho por donde se corresponden sin sobreponerse; i en esta posicion se mantienen por el peso del pie ú otro cualquiera medio que le ausilie, si es necesario.

47. Colocado así el instrumento, con el punto P se recorrerá toda la porcion del orijinal á que alcance, que estará limitada por una semicircunferencia, cuyo radio será igual al del Pantógrafo, ó á la separacion de las paralelas entre sí: esta porcion del orijinal quedará delineada en el papel de la copia con la reduccion ó estension propuesta. Es esencial tener presente que al colocar el papel de la co-

pia del modo que se ha dicho, debe primero quedar encima el semicírculo ó porcion superior de la 1.^a paralela, que es lo que corresponde á la porcion del orijinal que se copia. Para copiar el semicírculo inferior correspondiente al copiado, cuyo lugar ocupa el papel, se quita este, se vuelve en disposicion que la cara que estaba en contacto con el semicírculo del orijinal que se va á copiar, quede encima i en el lugar del semicírculo ya copiado, se pondrán en contacto los centros de las divisiones marcados con el número 1 entre sí, i con el del pic del instrumento, i se hará lo mismo con las paralelas n.º 1 del orijinal i papel de la copia. Asegurado todo en esta posicion de un modo invariable, se recorrerá con P el semicírculo inferior correspondiente al n.º 1, i quedará delineado en el papel. Con esto se tendrá copiada toda la porcion del orijinal comprendida en una circunferencia trazada alrededor del centro n.º 1, con un radio igual al del instrumento.

48. Lo que se ha hecho con el círculo correspondiente al n.º 1 de la 1.^a paralela, se hace con el 3, el 5, &c. de la misma; despues con el 1 de la 3.^a paralela, con el 3, 5, &c., i asi de los mismos números de las demas para-

las impares; procurando que coincidan siempre los números iguales de paralelas respectivas del orijinal i del papel de la copia; copiando en cada número primero el semicírculo superior, i poniendo debajo de la lapicera B la porcion del papel superior al mismo número &c., cuya condicion necesita, segun se ha dicho, tenerse mui presente.

49. Por esta operacion se tiene copiado todo el orijinal, egscepto los espacios cuadrangulares que dejan entre sí los círculos, i los circulares correspondientes al pie del Pantógrafo. Estos últimos se procura que esten limitados con ecsactitud i en la proporcion debida en el orijinal i en la copia, lo que se consigue marcando con la lapicera de B i la punta P uno de los puntos, de la mayor procsimidad posible al centro A: el primero determinará la egs-tremidad del radio del círculo central de la copia; el segundo la del radio del círculo del orijinal: estos radios tendrán entre sí la razon con arreglo á la cual esté montado el instrumento.

50. Para copiar en la razon dada los cuadriláteros curvilíneos i los pequeños círculos centrales que quedan, esto es, los objetos que comprendan dichos espacios, como estos que-

dan delineados en la copia con dimensiones proporcionales en la razon propuesta, por los medios ordinarios se copiarán sus objetos con la mayor facilidad i en la razon descada; tirando, por ejemplo, una base en los espacios, cuatro rectas tanjentes á la parte media de cada arco en los cuadrangulares, &c., i buscando los puntos homólogos de los espacios correspondientes.

51. Pero si se quisiese mas exactitud en la copia de alguno de estos espacios ó de todos, i un resultado completo del instrumento, se obtendrá por medio del procedimiento siguiente: de la parte media de cualquiera de los lados del cuadrilátero que quiera copiarse, i en direccion perpendicular á su cuerda, tírese una línea prolongada hasta el centro de uno de los círculos opuestos i que se encuentran en esta direccion: en cualquiera punto de esta línea, con tal que desde él con el radio del instrumento se alcance á todos los objetos de los dos espacios reunidos, se colocará el centro de la base inferior del pie de aquel, de modo que el diámetro de sus dos semicírculos quede perpendicular á la línea; dicho punto en la línea que en el papel de la copia corresponda á la trazada en el orijinal, se determinará para que

ocupe el centro del pie despues de haber doblado el papel, de modo que el lomo de la fleccion sea perpendicular á dicha línea: las dos líneas perpendiculares á las que en el orijinal i copia reunen los dos espacios respectivamente, estarán en contacto en toda la estension á que alcance la menor, sostenidas en esta posicion por medio del pie; entonces se copian los dos espacios, sirviéndose para mudar la posicion del papel, despues de copiado uno de ellos, de las reglas dadas (47). Todos estos pormenores se reducen en jeneral á colocar el centro del pie del Pantógrafo en un punto que esté á una misma distancia de los dos espacios que se van á copiar, i que sea proporcional, bajo la razon dada en el orijinal i en la copia; siendo á este punto respectivamente igual la posicion de uno i otra, aunque de lado opuesto. Muchas veces es necesario señalar dos puntos en la línea que reúne los espacios para que el radio del instrumento alcance á todos los objetos que comprenden; entonces se señalan en el papel de la copia otros dos puntos homólogos á los primeros, i se coloca el pie sucesivamente en cada uno de ellos, de modo que esten en contacto los correspondientes, doblando el papel por el punto que ha de ocupar el centro, &c.

Repetida esta operacion en todos los espacios, reunidos de dos en dos en la forma referida, quedará fielmente trasladado el orijinal. Véanse en la fig. 15 las líneas n 1, m 3, y sus correspondientes n' 1, m' 3, &c.

52. Es conducente para practicar este último procedimiento con exactitud, numerar en el orijinal i en la copia los espacios cuadrangulares (fig. 15). Los pequeños círculos centrales no necesitan nueva numeracion pues la de sus centros subsiste.

53. Para obtener con el uso del Pantógrafo copia al revés de los dibujos orijinales, reducidos ó no, segun se quiera, hai necesidad de un pequeño aparato que se agrega al instrumento cuando se le usa para este resultado. Esta pieza consiste en una tabla, bien llana, semicircular, cuyo radio sea de un pie ó algo menos: en uno i otro lado de la parte media de su diámetro, como á ocho pulgadas, i en la parte media de la semicircunferencia, estará sostenida por tres pies delgados uniformemente, cuya longitud sea igual al duplo de la longitud de la parte gruesa de la lapicera del Pantógrafo que se use, mas el grueso de una de sus reglas. Montado el instrumento, segun la razon de las dimensiones propuesta, se coloca

la lapicera de B al revés de lo ordinario, esto es, en la parte superior de la regla correspondiente, con la punta dirigida hácia arriba; se fija el papel de la copia en la superficie inferior de la tabla semicircular, se coloca esta sobre sus pies encima de B, en oposicion al lado del orijinal, i recorriéndole con P, al mismo tiempo que, introduciendo la mano por debajo del semicírculo, se auxilia la lapicera de B con una lijera presion, cuando sea necesario, quedará trasladado al revés; pues que todos sus puntos que la parte inferior de B reproducia con exactitud en el plano inferior, se marcan por la posicion inversa de la lapicera en un plano superior i paralelo, de modo que corresponden perpendicularmente á los respectivos, que con la posicion ordinaria de la lapicera quedan trazados en el plano opuesto. El grado de utilidad de este resultado del instrumento está en razon de la complicidad de los procedimientos que ordinariamente se usan para obtenerlo. Los litógrafos i grabadores son á quienes interesa de un modo especial. Por esta propiedad del Pantógrafo, la copia, la reduccion i la inversion de un orijinal son el producto simultáneo de una operacion simplicisima, i que tanto el artista co-

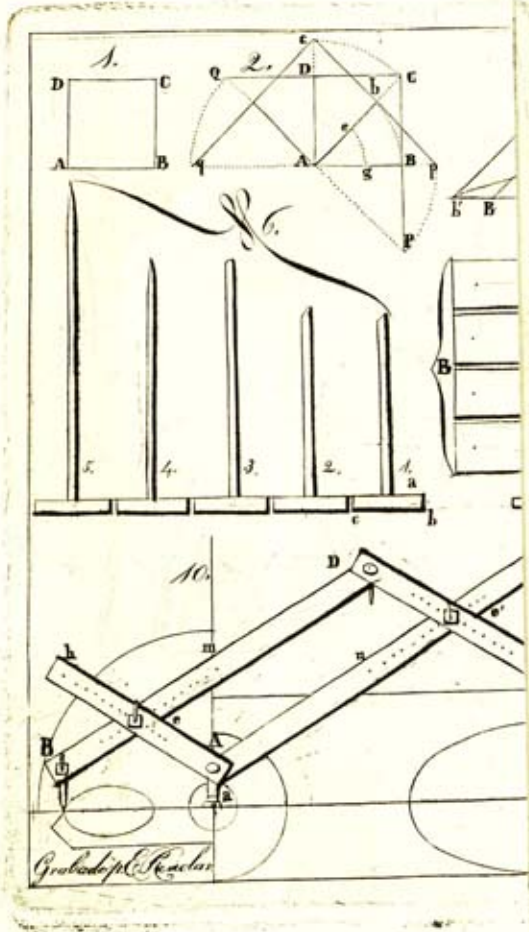
mo el que carezca de sus conocimientos, está en disposición de practicar.

54. De las figuras de la lámina la 6.^a, 8.^a, 9.^a, 11.^a, 12.^a i 13.^a están delineadas con la extensión de las dimensiones que les corresponde; la 7.^a, 10.^a i 14.^a las tienen reducidas, i se conocerá su extensión absoluta por lo que se dice en los párrafos respectivos. Las dimensiones de las reglas delineadas en la fig. 7 no permiten que se pongan todos los quebrados de la 1.^a serie correspondientes á sus orificios, i menos los de la 2.^a Pero teniendo presente el orden de unos i otros (18), i la circunstancia de que se procede desde el orificio central al estremo en las reglas mayores, i desde una estremidad á otra en la menor, se asignará con facilidad á cada uno de ellos el quebrado respectivo de la 1.^a serie, i el que á su vez lo es á este de los de la 2.^a; á saber, el que resulta de la elevación al cuadrado de los dos términos de aquel. Así al cuarto en orden, procediendo desde el central, corresponde el $\frac{5}{8}$ de la 1.^a serie, i el $\frac{25}{64}$ de la 2.^a, &c., &c.

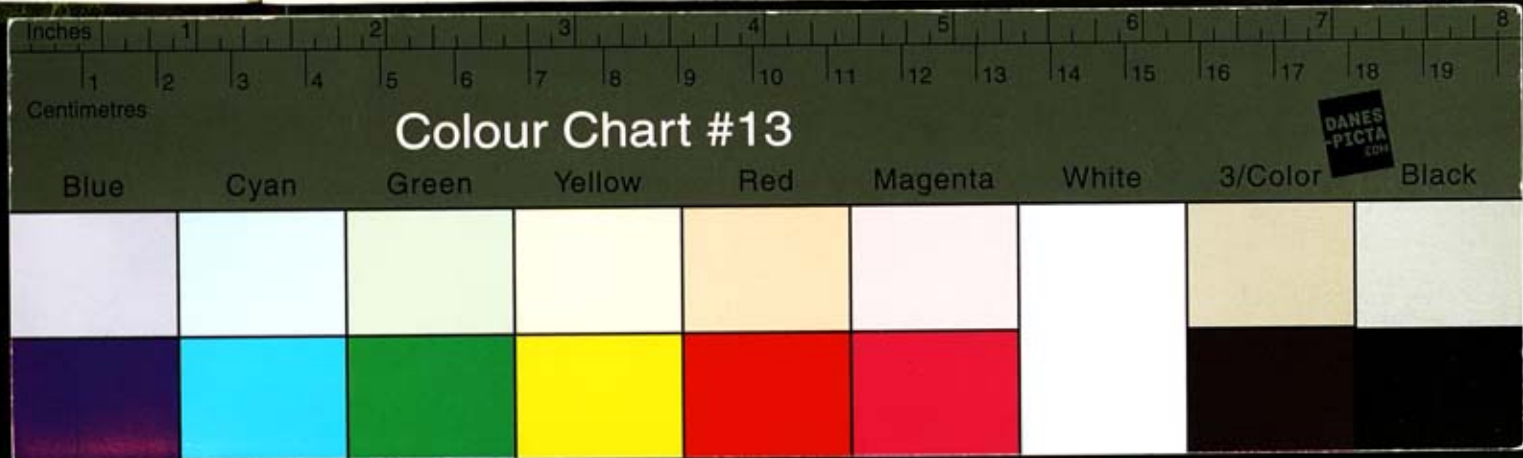
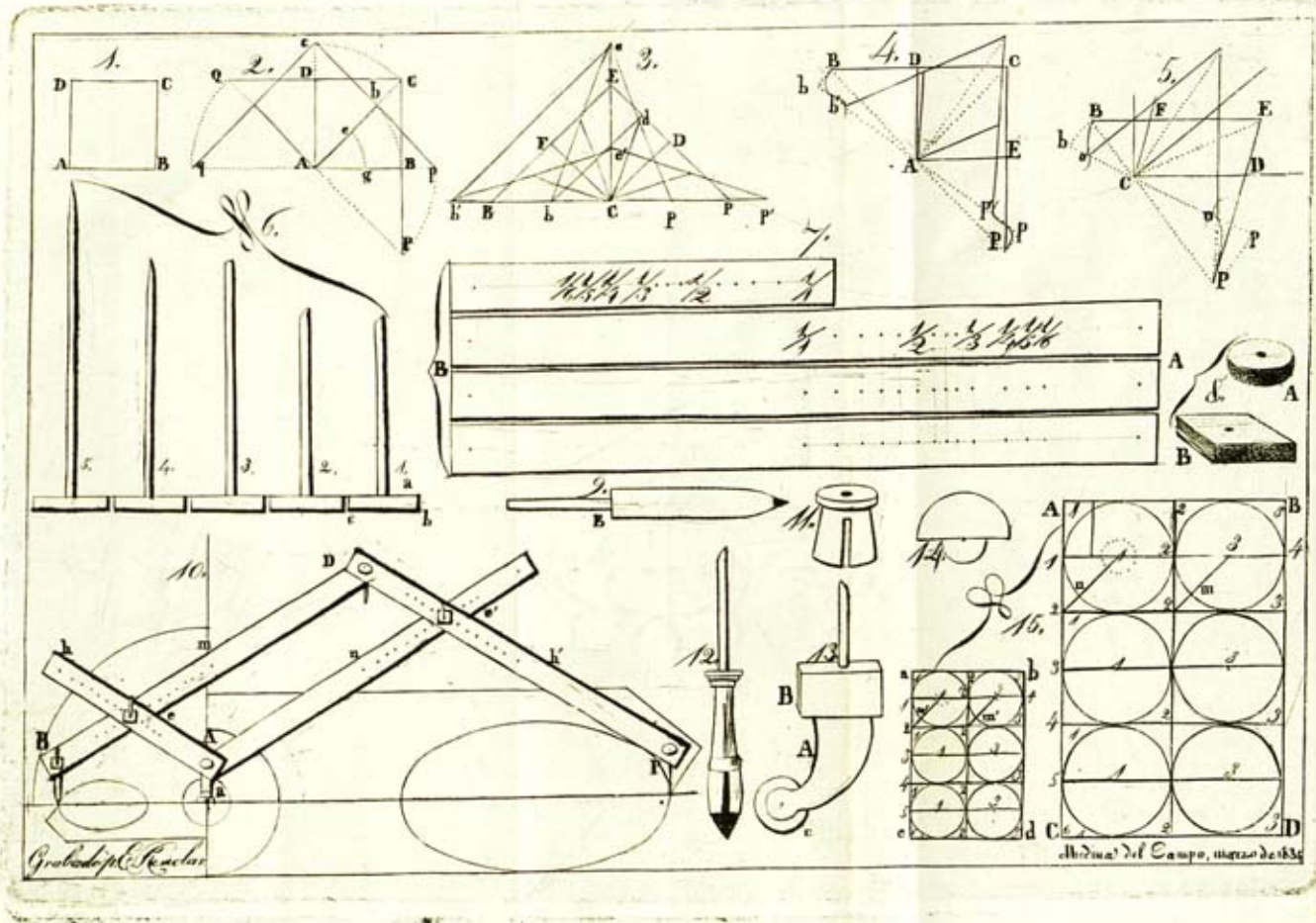
55. En la forma de algunas piezas del instrumento que ofrezco, se observarán ciertas modificaciones, procedentes de la dificultad de encontrar artesanos capaces de obser-

var en su construcción las reglas que se les prescriben, i de obtener por consiguiente los productos que se desean. Sin embargo, la publicación del Pantógrafo i de su instrucción espero tendrá el resultado de hacer comunes el uso de aquel i las reglas con que pueda modificarse ventajosamente su construcción; i si de su aplicación á las artes obtienen estas ventajas efectivas, habré llenado mi objeto. El mal de que hablo, casi jeneral en las artes, procede de la falta de la aplicación de los respectivos conocimientos científicos. Mientras no se proscriba completamente la rutina en que casi esclusivamente estriba su práctica, i ocupe su lugar un sistema de reglas científicas que dirija al artista en sus trabajos, por casualidad se obtendrá un buen resultado del ejercicio de las artes. Esta observación es aplicable á todas ellas en jeneral, aun á las mas mecánicas. Yo juzgo que no merecen menos ocupar las páginas de un libro reglas en que esten consignados los procedimientos para obtener mas perfectos los productos de un arte cualquiera, que los resultados de las abstractas meditaciones de un ideólogo. La manía de establecer jerarquías entre las diferentes ocupaciones de los hombres ha cundido de-

masiado , i no ha perjudicado poco á los progresos de las ciencias i de las artes con particularidad. La preocupacion mas injusta las ha sancionado constantemente con la mas tenaz perseverancia: tiempo es ya de borrar líneas de demarcacion tan arbitrarias como funestas á la sociedad , cuyos progresos limitan.

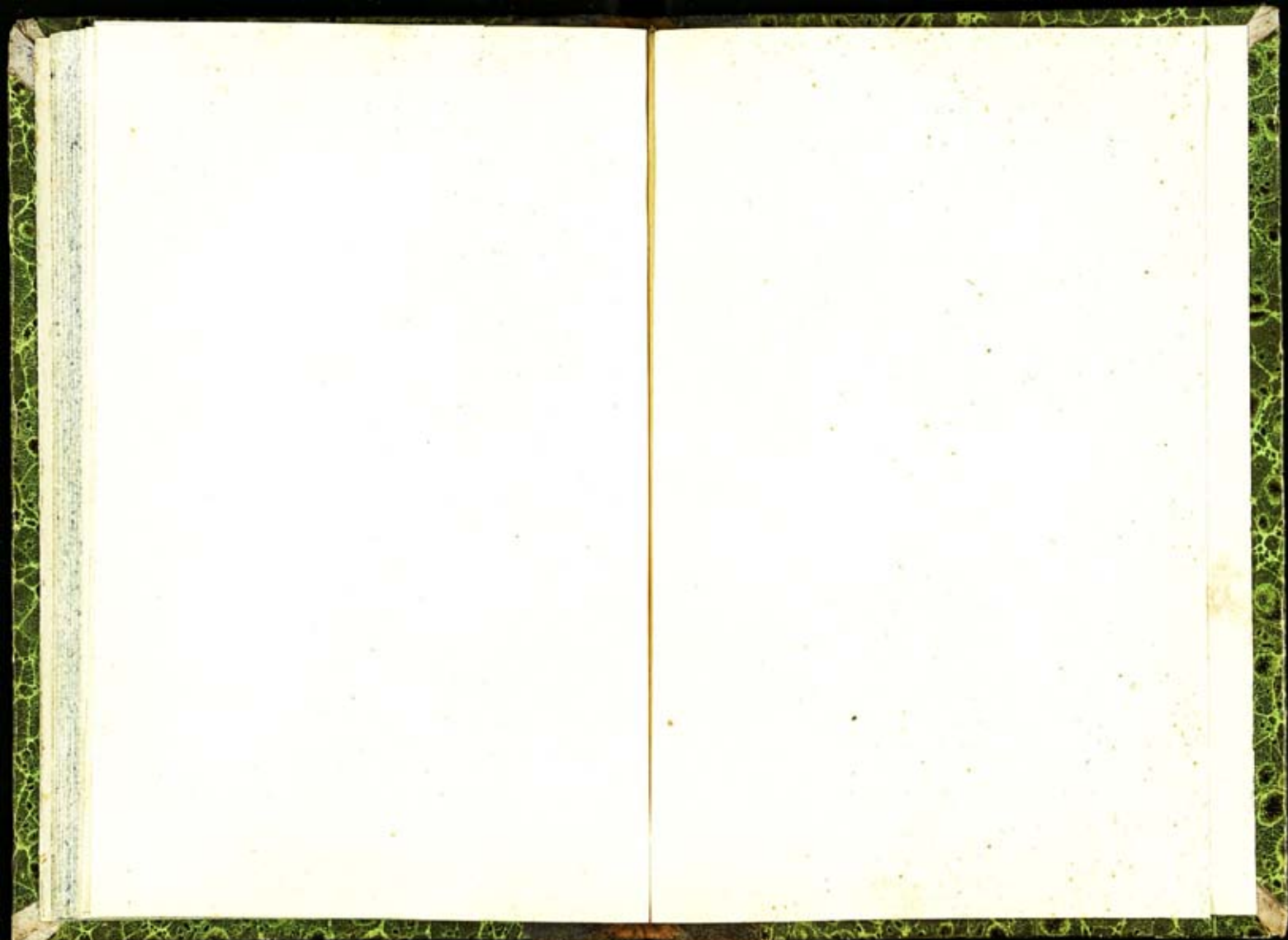


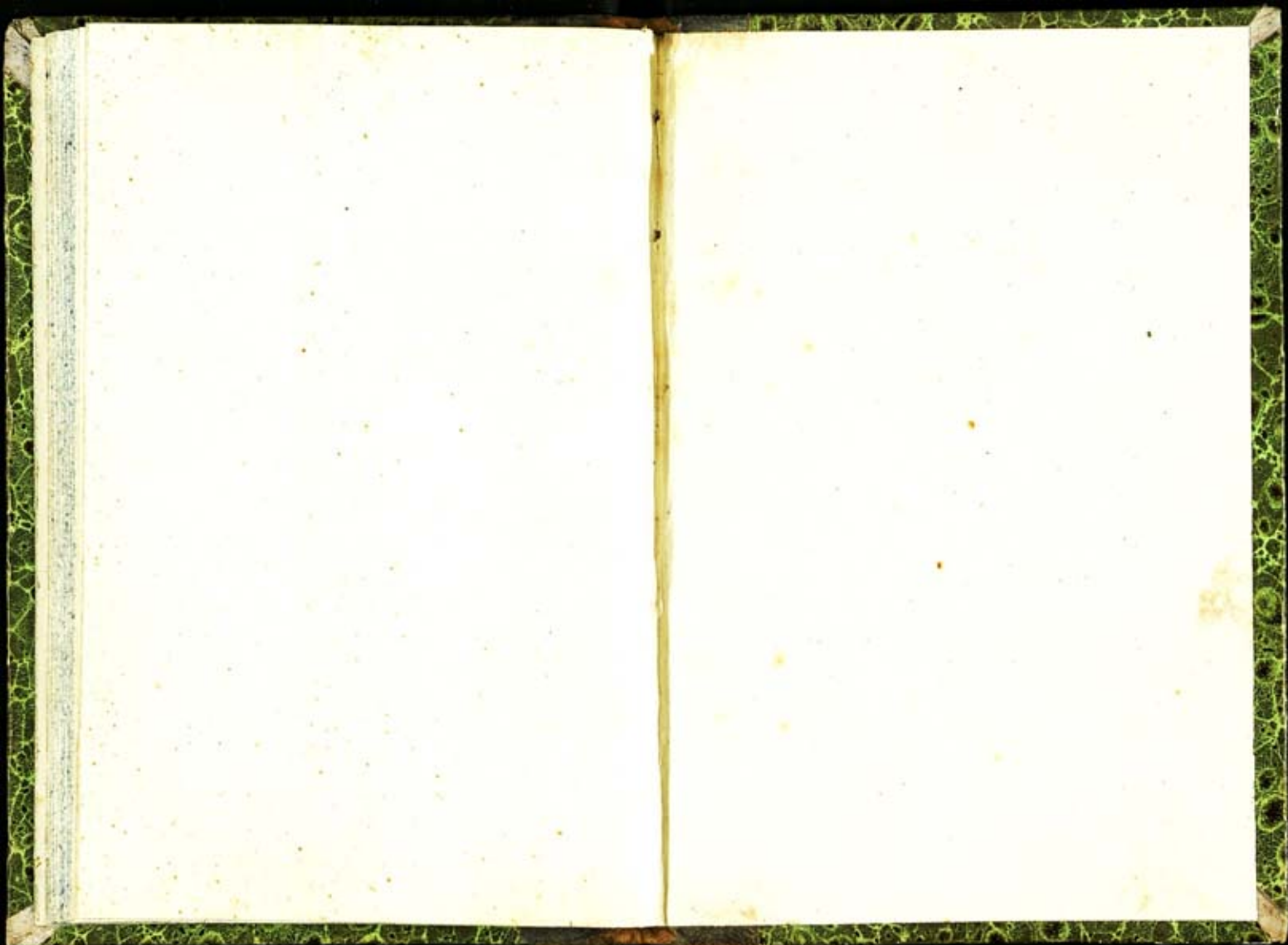
masiado , i no ha perjudicado poco á los progresos de las ciencias i de las artes con particularidad. La preocupacion mas injusta las ha sancionado constantemente con la mas tenaz perseverancia: tiempo es ya de borrar líneas de demarcacion tan arbitrarias como funestas á la sociedad , cuyos progresos limitan.



1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100

[Faint, illegible text on the right page]







36