1

PRINCIPIOS

DE

DIBUJO LINEAL,

QUE COMPRENDEN

Las aplicacionos de la Linea recta i de la Linea curva al trazado de las Figuras planas i al de algunas Figuras elementales de ornato;

POR A. BOUILLON,

ARQUITECTO.

Traducidos del frances

por J. Z.

Santiago de Chile,

IMPRENTA DE JULIO BELIN I CA.

Enero de 1853.

Parece superfluo detenerse en manifestar la importancia del *Dibujo lineal;* pues nadie ignora que los progresos de la industria Europea han sido debidos principalmente a la jeneralizacion de su estudio.

Para propagar su enseñanza en el pais faltaba adoptar un curso que fuera adecuado a las circunstancias de nuestros artesanos.

Al efecto, despues de examinados detenidamente la mayor parte de los métodos de mas aceptacion, he creido deberme fijar en los *Principios i Ejercicios de Dibujo lineal* por A. Bouillon, arquitecto; pues este autor, a mi juicio, es uno de los que mejor han comprendido la enseñanza i objeto de este arte; circunscribiéndose, en sus reglas i dibujos, a las aplicaciones que presentan las figuras elementales jeométricas i facilitando a un tiempo la ejecucion de los mas complicados, variados i elegantes dibujos.

Los *Principios de Dibujo lineal* comprenden las aplicaciones de la línea recta i de la línea curva al trazado de las figuras planas, i al de algunas figuras elementales de ornato.

Los *Ejercicios* presentan en su texto aplicaciones completas i escojidas a la Arquitectura, carpintería, ebanistería, cerrajería, muebles, etc.

Adquiridas las reglas que dá el autor en estas dos partes i la práctica de sus dibujos, le será fácil al artesano aprovechar de los infinitos recursos que presentan sus aplicaciones para perfeccionar sus trabajos, i llegar en poco tiempo a sobresalir en su respectiva profesion.

El Traductor.

PRINCIPIOS
DE DIBUJO LINEAL.

NOCIONES PRELIMINARES.

Dibujo lin.al es el arte de representar por medio de simples lineamentos, los objetos de configuracion definida, es decir, dimanados de ciertas formas elementales i jeométricas.

El dibujo de los animales, árboles, etc., no debe comprenderse en el estudio del Dibujo lineal, pues sus formas no pueden describirse jeométricamente.

No sucede así con el dibujo de un triángulo, de un cubo, de un jarron, de un candelabro, etc., pues los triángulos i cubos tienen una forma definida, aun cuando sus dimensiones sean diferentes, i el jarron, así como el candelabro, solo presentan en su configuracion, una aplicacion de ciertas formas elementales.

Los objetos que se quieren representar son *figuras planas* o *relieves*.

Se llama *figura plana* toda figura situada en un plano. Un espejo bien terso puede dar la idea mas clara de lo que se entiende por plano: Plano es, pues, una superficie sobre la cual se puede aplicar en todos sentidos una recta, tal como el canto de una regla bien rectificada.

Rslieves son los objetos que se presentan a nuestra vista bajo diversas faces. El dibujo de los relieves pudiéndose tan solo ejecutar con el auxilio de los métodos complejos, deberemos únicamente ocuparnos del dibujo de las figuras planas, i de las aplicaciones de la línea recta i de la línea curva, al diseño de algunas figuras elementales de ornato.

Toda figura es un conjunto de líneas; es, pues, necesario tratar préviamente del dibujo de las líneas.

DEFINICION DEL PUNTO, DE LA LÍNEA, DE LA SUPERFICIE, DEL VOLÚMEN.

Si se toma un pedazo de tiza puntiagudo i se apoya sobre la superficie de un encerado, la señal que deje la tiza será un *punto.*

Punto es en el verdadero sentido *jeométrico* que no tiene partes, es decir lonjitud, latitud, ni espesor. Pero como en la práctica solo se trata de cosas corpóreas, es imposible hacer uso del punto jeométrico, que es solo intelectual: úsase pues, del punto *físico,* material o matemático, que es el objeto mas pequeño que puede presentarse a la vista, i éste se traza con la punta de un lapiz o de un compas; o sobre el encerado con un pedazo de tiza puntiagudo, como ya se ha dicho.

Línea es una lonjitud sin ancho, ni profundidad; i es el vestijio o traza que deja un punto al pasar de una parte a otra. Hai dos clases de líneas, línea recta, i línea curva; la línea recta es la que está comprendida directamente entre sus estremos: la línea curva es la que constantemente varía de la direccion de sus estremos. De estas dos líneas se componen otras dos que son la quebrada i la mixta. La línea quebrada es la que está compuesta de varias líneas rectas: i la línea mixta es la que se compone de una i otra, es decir de líneas rectas, i de líneas curvas.

Superficie es una estension en lonjitud i latitud sin profundidad, i es aquella que dejaria una línea al pasar de una parte a otra. Se distinguen tres clases de superficies. La superficie plana, que es mui lisa sin undulacion alguna, tal como la de un espejo bien terso; o a la que ajustada una regla ésta coincide en todos sentidos con dicha superficie. La superficie convexa, que es la que se presenta como lo esterior de la esfera de un reloj, o a la que ajustada una regla ésta coincide en un solo punto con dicha superficie. I la superficie cóncava es la que se presenta como lo interior de una esfera o lo que es lo mismo a la que ajustada una regla ésta coincide en dos puntos con esta superficie.

Volúmen, es un cuerpo cualquiera; consta de las tres dimensiones, lonjitud latitud, grueso, o profundidad: su oríjen pende de la superficie, asi como el de ésta de la linea, i el de la línea del punto.

Si se toman, fig. 1, dos puntos A i B, i se recorre con la tiza la distancia comprendida entre ámbos sin mudar de direccion, esto es, dirijiéndose constantemente desde el punto A al punto B, se habrá trazado una *línea recta* i recorrido el camino mas corto entre los dos puntos dados. Por esto se define la línea recta, *el camino mas corto de un punto a otro.*

Cuando por el contrario, si para recorrer la distancia AB el punto o estremo de la tiza se desvia contínuamente de la direccion, se describe una *línea curva,* fig. 2.

Una línea tal como la ABCD, fig. 3, compuesta de varias líneas rectas, es una "línea quebrada."

La línea ABCDE, fig. 4, compuesta de líneas rectas i de líneas curvas, es una *línea mixta.*

Entre dos puntos no se puede tirar mas de una línea recta, pero sí diferentes curvas. Veremos despues como se consigue trazar éstas; por ahora solo trataremos de una sola que nos importa conocer.

Tal es la circunferencia de círculo; su orijen pende del movimiento de un estremo del radio en torno del otro que permanece inmóvil.

Supongamos una recta AB fig. 5, cuyo estremo A permanezca fijo, i tal que pueda jirar libremente al rededor del punto A. Si hacemos que el otro estremo B partiendo del punto *m* pase sucesivamente por los puntos *n*, *o*, *p*, *q*, *r*, hasta volver al punto *m* de partida, el rastro o traza del punto B será una *circunferencia de círculo.*

La distancia AB siendo invariable, es decir no pudiendo aumentar ni disminuir, resulta que la circunferencia de círculo es una curva, cuyos puntos se hallan igualmente distantes de un punto A que se llama *centro.* Las líneas, tales como la AB, que miden la distancia del centro a la circunferencia, son *radios*, i las que pasando por el centro terminan con sus estremos en la circunferencia, como *n q*, son *diámetros* (1).

Se llaman *arco de círculo* a una parte cualquiera de la circunferencia tal como la *p*, *s*, *o*, i *cuerda* a la recta *o p* que une los dos estremos del arco del círculo. *Sájita* o *Flecha* es la perpendicular *s t*, levantada en el medio de la cuerda i que termina en el arco del círculo.

El instrumento que se emplea para describir las circunferencias de círculo, es el *compás.* Se compone de dos piernas iguales que rematan en punta i unidas en su estremo superior por una charnela; este estremo se llama *cabeza del compás.* La charnela permite dar a las piernas del compas la separacion que se quiera.

Para describir una circunferencia, se coloca una de las puntas del compás sobre el punto que ha de servir de centro, se hace jirar la otra manteniendo fija la primera, i cuidando de no alterar la

(1) El diámetro goza de la propiedad de dividir al círculo o a lacircunferencia en dos partes iguales, que se llaman semi-circunferencias: puede decirse que el diámetro es un doble radio; tambien se llama cuerda porque une los estremos de un arco de círculo.

Nota.—Aconsejamos, para el dibujo lineal, el uso de las tablas de madera blanca embutidas en roble, i pintadas de negro por un lado. Los alumnos deberán trazar cada figura con lápiz blanco sobre la superficie negra, i despues de ejecutada con exactitud, la dibujarán sobre el papel estendido del otro lado de la tabla.

Para estender el papel, se humedece lijeramente por el revez con una esponja, se estiende despues sobre la tabla pegando sus orillas con goma arábiga u otra composicion, se principia esta operacion por las esquinas, comprimiendo el campo del papel i sus orillas, con un lienzo bien seco, al tiempo de pegarlas.

abertura del compás, pues de otro modo resultaria una curva diversa de la circunferencia del círculo.

Para trazar líneas sobre el papel, se emplea el lápiz plomo, i sobre el encerado la tiza o el lápiz blanco : conviene acostumbrarse a trazar las líneas finas i lijeras, pues solo así se consiguen resultados exactos. Las líneas de lápiz trazadas sobre el papel se repasan con tinta ; para esto se emplea una pluma, o un tiralíneas ; al usar este último debe tenerse el cuidado de secar sus caras esteriormente despues de mojadas en la tinta, i a no llevarlo mui inclinado, pues sin estos requisitos saldrán las líneas manchadas.

Se emplean en el dibujo dos clases de líneas, *líneas fuertes* fig. 1, i *líneas de puntos*, fig. 6.

Las líneas fuertes sirven para trazar los perfiles que deben representar las figuras ; las de puntos solo se emplean para las líneas de operacion ; es decir las que sirven para ejecutar la figura.

Primera parte.

CAPITULO PRIMERO.

DE LAS LINEAS RECTAS.

1. El trazado de las líneas rectas se ejecuta por diferentes métodos segun su mayor o menor lonjitud.

Para trazar las líneas rectas de corta estension, como sucede en el dibujo sobre el papel o encerado, se emplea la regla.

Para trazar una línea recta valiéndose de la regla, fig. 7, se aplica ésta sobre los dos puntos *a* i *b* o mui inmediata a distancia igual, i con el lápiz, la pluma o tiralíneas que se corre a lo largo de la regla, se traza la línea. No hai cosa mas fácil que esta operacion ; basta solamente atender a no variar la inclinacion del lápiz miéntras se mueve al costado de la regla ; ésta debe ser exacta i la supondremos siempre *plana*.

Para rectificar una regla, se fijan dos puntos, i por ellos se tira una línea recta, se trastorna la regla por sus estremos, i por los mismos puntos se tira otra línea. La regla será exacta siempre que las dos rectas se confundan en una sola.

2. Si se trata de trazar una línea recta de alguna estension, como lo suelen practicar los carpinteros, etc., se usa de una cuerda delgada untada con almagre u otra composicion que suelte, se sujetan sus estremos en dos clavos *a* i *b* i atada bien tirante, se levanta una o mas veces por diferentes partes hasta que con su caida deje marcada la recta que se quiere.

3. *Trazar una línea igual a otra dada* A B, fig. 8.

Tírese con el lápiz una línea indefinida *mn*. Colóquese una punta del compás en el punto A, i la otra en el punto B. Trasládese esta distancia, sin mover la abertura del compás, sobre la línea *m n*, señálense los puntos *a* i *b*, i la *ab* será igual a la AB.

4. De los *ángulos*.—Se llama *ángulo*, fig. 9, al espacio comprendido entre dos líneas rectas AB, BC, que se cortan en un punto B. Las líneas AB, BC son los *lados* del ángulo, i el punto B, en que se cortan las dos líneas, es el *vértice*. Un ángulo se designa con tres letras, cuidando de poner en el medio la letra que indica el vértice. Así el ángulo trazado, fig. 9, se designará con las letras ABC o CBA. La magnitud de un ángulo no depende de la mayor o menor prolongacion de sus lados, sino de la mayor o menor abertura de las líneas que lo forman.

Dos ángulos son iguales, cuando superponiendo el vértice i uno de los lados, los otros dos lados se confunden.

5. *Hacer un ángulo igual al otro ángulo dado* (*m n o* fig. 10.)

Trácese una línea indefinida *r s*, fig. 10, sobre la que señalará el punto A para vértice del ángulo. Colóquese la punta del compás sobre el punto *n* i con una abertura de compás arbitraria, descríbase el arco del círculo *h i g* hasta que encuentre a los lados del ángulo; trasládese la misma abertura de compás al punto A, i descríbase un arco de círculo que corte a la línea *r s* en el punto B. Tómese despues la magnitud *h g* de la cuerda del arco *h i g*, i desde el punto B como centro, con un rádio igual a *h g* descríbase otro arco de círculo *k l*. Por el punto C en que se cortan los dos arcos i el punto A, tírese la línea AC que será el otro lado del ángulo CAB, igual al ángulo *m*, *n*, *o*.

6. "Dividir un ángulo en cierto número de ángulos iguales."

1.° Supongamos que se trate de dividir el ángulo *m n o*, fig. 11, en un número de partes, tres por ejemplo: descríbase desde el vértice *n* del ángulo i con un rádio cualquiera, el arco de círculo *a d*, comprendido entre los lados del ángulo. Divídase con el compás este arco de círculo en tres partes iguales *ab*, *bc*, *cd*, i por el vértice i cada uno de los puntos de division *b*, *c*, tírense las líneas *b n*, *c n* i quedará dividido el ángulo *m n o* en tres ángulos iguales.

2.° Tratemos ahora de dividir el ángulo *m n o*, fig. 12, en un número par de partes, dos por ejemplo.

Desde el vértice *n* del ángulo, como centro, i con una abertura de compás arbitraria, trácese un arco de círculo, haciendo despues centro en los puntos *a*, *b*, intersecciones del arco con los lados del ángulo, i con un radio mayor que la mitad de la distancia *a b*, descríbanse dos arcos de círculo *cd*, *ef*, que se corten en el punto *g*. Por los puntos *g* i *n* tírese la recta *ng* que dividirá al ángulo *m n o* en dos partes iguales.

Si se tratase de dividir el ángulo *m n o* en cuatro partes iguales, lo dividiremos primero en dos ángulos iguales, i despues cada uno de estos, en otros dos tambien iguales.

7. Toda recta AB, fig. 13, que cae sobre otra CD, forma con ella dos ángulos que reciben diferentes nombres.

8. Si los dos ángulos ABD, ABC, fig. 14, son iguales de suerte que doblando la figura segun AB. la línea BD cae sobre la línea BC, son *ángulos rectos*.

9. Si los dos ángulos, fig. 15, son desiguales, el ángulo ABC menor que el ángulo recto GBC, se llama *ángulo agudo* i el ángulo ABD mayor que el ángulo recto GBD, se llama *ángulo obtuso*.

Podemos tambien distinguir los ángulos por el número de grados que comprenden en su abertura.

Todo círculo se supone dividido, como los del globo terrestre, en 360 partes iguales, que se llaman grados. La semi-circunferencia, o la mitad del círculo, comprende 180 grados; i la cuarta parte tiene 90 grados; i asi el ángulo que comprenda en su abertura la cuarta parte exacta de la circunferencia, o consta de 90 grados, se llama ángulo recto. Angulo obtuso es el que pasa de 90 grados, o es mayor que un recto. Angulo agudo es el que no llega a comprender 90 grados, o el que es menor que un ángulo recto.

10. *Hacer un ángulo recto.*

Trácese fig. 16, una circunferencia de círculo *abcd*. Tírese el diámetro EF. Tómese un punto cualquiera G sobre la circunferencia, i únase por medio de líneas rectas el punto G con cada uno de los puntos E F. El ángulo EGF será un ángulo recto.

11. *Hacer un ángulo agudo.*

Fórmese primero un ángulo recto (10) GBC, fig. 15. Tírese despues por el punto B una línea BA, comprendida en el ángulo GBC, se obtendrá así un ángulo agudo ABC o ABG, segun se toma por lado la línea BC o la BG.

12. *Hacer un ángulo obtuso.*

Hágase primero un ángulo recto GBD, fig. 15, tírese en seguida la recta AB por afuera del ángulo GBD. El ángulo ABD será un ángulo obtuso.

13. *Línea vertical i línea horizontal.*

Si se cuelga de un hilo un cuerpo pesado i se deja suspendido libremente, este hilo que se llama *hilo a plomo*, o *plomada*, tendrá una direccion que se llama *vertical*. *Línea vertical* es la que sigue la direccion del hilo a plomo.

La línea vertical tiene un gran número de aplicaciones en los usos de la vida. Así las aristas de las murallas son por lo regular verticales.

Se llama *línea horizontal* o *de nivel* a toda línea que forma un ángulo recto con la vertical.

14. Se emplea para trazar líneas horizontales un instrumento llamado *nivel*. El nivel, fig. 17, se compone de dos reglas de madera AB, AC, que forman un ángulo en A, i de un atravesaño DE. Del vértice del ángulo A cuelga la plomada *m p* i en el atravesaño DE hai una rayita que queda cubierta con la plomada cuando los piés B, C. del instrumento se hallan sobre una línea horizontal.

Para trazar una línea horizontal con el nivel, basta colocar una regla en una posicion tal, que hallándose los dos piés del instrumento apoyados sobre la regla, la plomada cubra la rayita.

15. *Línea oblícua.*

Se llama línea oblícua, toda línea, AB fig. 18, que al caer sobre otra CD, forma con ella dos ángulos desiguales, el uno ABD agudo, el otro ABC obtuso.

16. *Copiar la línea oblícua* AB, *que encuentra a la línea* CD *en el punto* B, fig. 18.

Trácese, fig. 18, una línea definida *mn*. Tómese sobre ella un punto *b* que corresponda al vértice B del ángulo ABD o ABC, fig. 18, i hágase en ese punto (5) un ángulo igual a uno de los dos ángulos adyacentes a la recta AB. El lado de este ángulo será la oblícua pedida.

17. *Línea perpendicular.*

Una línea AB, fig. 19, es perpendicular a otra CD, cuando no se inclina a uno ni otro lado de esta línea. En este caso, los dos ángulos que forma son iguales, infiriéndose de aquí, que si una perpendicular cae sobre una recta, forma con ella dos ángulos rectos.

Dos líneas tales como AB, CD, fig. 19, que se cortan perpendicularmente, forman cuatro ángulos rectos.

18. El instrumento que se emplea para trazar perpendiculares, representado en la fig. 20, se llama *escuadra*. Este instrumento cuyos lados *ab*, *bc* son perpendiculares entre sí, se hace de madera, de metal, o de vidrio.

Para levantar con la escuadra una perpendicular sobre una línea recta *lm*, fig. 21, se coloca una regla contra la línea recta, i se le aplica uno de los lados *bc* del ángulo recto de la escuadra; la recta trazada a lo largo del lado *ab* será perpendicular a la *ml*.

La sequedad o humedad del aire influyen en la exactitud de las escuadras de madera. Será, pues, preferible emplear para tirar perpendiculares las construcciones que vamos a describir.

19. *Por un punto* A *dado sobre una línea lm levantar una perpendicular a esta línea*, fig. 22.

Tómense a igual distancia del punto A dos puntos B i C. Haciendo despues centro en estos puntos con un mismo radio, pero mayor que BA, descríbanse dos arcos de círculo i por el punto D en que estos arcos se cortan, i el punto A, tírese la recta DA, que será la perpendicular pedida.

20. *Tirar una perpendicular por medio de una recta* AB, fig. 23.

Haciendo centro en los puntos A i B con un radio mayor que la mitad de AB, descríbanse dos arcos de círculo por la parte superior e inferior de la recta AB. Por los puntos C i D en que se corten estos arcos de círculo, tírese la recta CD que será perpendicular a la AB, pasando ademas por su medio.

21. *Por un punto* A *dado fuera de una recta* CD, *bajar una perpendicular a esta recta*, fig. 24.

Haciendo centro en el punto A, con un radio mayor que la distancia de dicho punto a la línea CD, descríbase un arco de círculo que corte a esta línea en los puntos E i F. Haciendo despues centro en estos puntos con un mismo radio, pero mayor que la mitad de EF, trácense por la parte opuesta al punto A, dos arcos de círculo cuya interseccion G, unida con el punto A, dará la recta AG, perpendicular pedida.

22. *Tirar una perpendicular por el estremo* B *de una recta* AB, *suponiendo que no se pueda prolongar*, fig. 25.

Haciendo centro en un punto C, tomado fuera de la línea AB, i con un radio BC, igual a la distancia del punto C, al estremo B de la línea dada, descríbase una circunferencia de círculo *m n o p*; por el punto D en que esta circunferencia corta a la línea AB, i por el punto C, tírese una línea que se prolongará hasta que encuentre a la circunferencia en el punto E. Tírese finalmente por los puntos B i E la recta BE, i ésta será la perpendicular pedida.

23. *Línea paralela.*

Se llaman líneas paralelas, las que prolongadas al infinito, i situadas sobre un mismo plano, jamás se encuentran.

24. *Por un punto* A *tirar una paralela a la línea* BC.

Primera construccion, fig. 26. Por el punto A tírese una oblícua cualquiera AE que corte a la BC, en el punto F; hágase en el punto A un ángulo igual al EFC (5); el lado AG, de este ángulo, será la paralela pedida.

Segunda construccion, fig. 27. Desde el punto A, bájese a la BC la perpendicular AD (21), tómese despues sobre la recta dada un punto cualquiera F; por este punto levántese sobre BC, la perpendicular indefinida F*m* (19), en esta se tomará la distancia AD, desde F, hasta G. La recta AG será la paralela que se busca.

25. *Tirar a la recta* AC, *una paralela que diste de esta recta, una magnitud dada mn*, fig. 28.

Tómense sobre AC dos puntos D, E i desde cada uno de ellos, como centro, con una abertura de compás igual a *m n*, trácese un arco de círculo, tírese en seguida una línea recta FG en cuanto toque a los dos arcos de círculo; esta línea será la paralela que se pide.

26. Como las paralelas se hallan con frecuencia repetidas en una misma figura, se deja percibir que serian pesadas i dificultosas las construcciones que acabamos de indicar, se emplean, pues, para facilitarlas, la regla i la escuadra.

Supongamos que se trate de tirar por el punto A, fig. 29, una paralela a la línea BC. Colóquese la escuadra *a b c* de modo que uno de los lados *a b*, por ejemplo, se halle sobre la línea BC. Fíjese entónces una regla EF contra el otro lado *bc*, i sujetándola con firmeza contra el papel o pizarra, con la mano izquierda, córrase la escuadra a lo largo de la regla con la mano derecha hasta que el lado *a b* se halle sobre el punto A, tírese entónces la línea *l m*, que será paralela a la BC.

27. *Dividir una línea en un número dado de partes iguales.*

La division de una línea usando del compás se llama *division* *por tanteo*. Vamos a indicar el modo de operar. Supongamos, por ejemplo, que se quiera dividir la línea AB en tres partes iguales, fig. 30. Tómese una abertura de compás que nos parezca el tércio de AB, i llévese tres veces en los puntos *c*, *d*, *e*. Si el punto *e*, o la tercera division cae mas allá del punto B, será evidente que la abertura de compás ha sido grande: cerraremos entónces las puntas del compás, una magnitud que nos parezca la tercera parte de la diferencia B *e*, i principiaremos de nuevo la operacion continuando del mismo modo, hasta que la tercera division caiga sobre el punto B. Si hubiéramos tomado una abertura de compás mui pequeña, el punto *e* habria resultado mas acá del punto B, i habria sido necesario en este caso, dar al compás una abertura mayor.

28. La division de una línea por tanteo presenta los inconvenientes de maltratar el papel, i de gastar mucho tiempo si se quiere operar con exactitud. Las paralelas ofrecen un medio exacto i pronto para remediar estos inconvenientes.

Sea AB, fig. 31, la línea que se quiere dividir en seis partes iguales. Por el punto A, tírese a arbitrio la línea indefinida A*m*. Señálense sobre esta línea principiando desde el punto A, i con una abertura cualquiera de compás, seis partes iguales en los puntos 1, 2, 3, 4, 5, 6: únase el último punto de division 6, con el estremo B de AB, con una recta; i por cada uno de los otros puntos de division, tírese una paralela a la B6. Estas paralelas dividirán a la linea AB en seis partes iguales.

29. *Medicion de las líneas*. Medir una línea es hallar las veces que esta línea contiene a una cierta magnitud que se ha convenido en tomar por término de comparacion, i que se llama *unidad de medida*.

La antigua unidad de medida francesa era el *pié de Rei*; pero siendo del todo arbitraria, si llegara a perderse, no seria posible volver a determinarla, por lo que se trató de remediar este inconveniente, adoptando por unidad de medida el *metro*, cuya lonjitud es igual a la diez millonésima parte de la distancia del Polo al Ecuador, contada sobre el meridiano que pasa por Paris (a). Se vé, pues, que el metro es una medida constante i susceptible de poderse determinar cuando se quiera.

El métro se divide en diez partes llamadas *decímetros*, el decímetro en otras diez partes que se llaman *centímetros*, i el centímetro en otras diez llamadas *milímetros*.

Como la medida de las líneas solo entra accidentalmente en el estudio del dibujo lineal, remitimos a los que deseen otros pormenores, a las obras especiales que tratan de esta materia. (Véase el sistema legal de los pesos i medidas por M. Lamotte, i los pesos

(a) Segun los cálculos ejecutados i rectificados con la mayor precision, se ha hallado que el metro valuado en piés, pulgadas, líneas, etc., equivale a 3 piés 11 líneas i $\frac{296}{1000}$ de línea próximamente *(Nota del traductor)*.

i medidas del sistema métrico en su primitiva sencillez, por M. Saigey).

CAPITULO SEGUNDO.

DIBUJO DE LAS FIGURAS RECTILINEAS.

30. Se llama *figura rectilínea* al espacio cerrado por líneas rectas; la figura 32 es una figura rectilínea.

31. *Dibujar una figura* es trazar líneas que concuerden con la definicion de la figura.

32. *Construir una figura con dimensiones dadas*, es atender a sus dimensiones al tiempo de dibujarla.

33. *Copiar una figura* es reproducirla con las mismas dimensiones, o con dimensiones diferentes, pero que guarden entre sí las mismas proporciones.

En el primer caso, las dos figuras son *iguales*, en el segundo son *semejantes*.

34. Dos figuras ABCD *abcd*, fig. 32 i fig. 33, son iguales cuando al superponerlas segun sus líneas *homólogas* (b) se confunden en una sola i misma figura. Así si se coloca la línea *ab* de una de ellas sobre la homóloga AB, de modo que el punto *a* caiga sobre A i el punto *b* sobre el punto B, las líneas *bc*, *cd*, *ad*, cubrirán necesariamente a sus homólogas BC, CD, AD.

35. Dos figuras EFGH, *e f g h*, fig. 34, son semejantes cuando los ángulos que se corresponden son iguales, i sus lados homólogos proporcionales. Aquí por ejemplo si el lado *ef* de una de las figuras es la mitad del lado EF de la otra, los lados *fg*, *gh*, *eh*, serian tambien mitades de los lados homólogos FG, GH, EH.

Se da particularmente el nombre de *reduccion* a la copia de una figura en dimensiones menores.

§ I.

PRIMERA SECCION.

FIGURAS DE TRES LADOS O TRIANGULOS.

36. Toda figura ABC, fig. 35, terminada por tres líneas rectas que se cortan, es un *triángulo*.

Se distinguen varias clases de triángulos.

Tres con relacion a las líneas, tres con relacion a los ángulos, i tres con relacion a los lados.

(a) *Lados homólogos* son los que se corresponden en las figuras semejantes; siempre se compara el mayor con el mayor, el mediano con el mediano, etc. *(Nota del traductor)*.

Con relacion a las líneas son: 1.° el rectilíneo, que esta compuesto de líneas rectas, 2.° el curvilíneo, que es el que esta compuesto puramente de líneas curvas, i 3.° el mixtilíneo, que es el que esta compuesto de líneas rectas i de líneas curvas.

Con relacion a los ángulos, son 1.° el *Triángulo rectángulo* ABC, fig. 35, que tiene un ángulo recto ABC; el lado AC opuesto al ángulo recto se llama *hipotenusa;* 2.° el triángulo obtusángulo LMN, fig. 38, que tiene un ángulo obtuso MNL; i 3.° el triángulo acutángulo, fig. 36 i 37, que tienen sus tres ángulos agudos.

Con relacion a los lados son 1.° el isóceles CDE. fig. 36, que tiene dos lados iguales CD. CE; i el tercero desigual DE; 2.° el triángulo equilatero FGH, fig. 37, que tiene sus lados iguales i 3.° el triángulo escaleno LMN, fig. 38, que tiene sus tres lados desiguales.

37. Se llama *altura* de un triángulo, fig. 39, a la perpendicular LO bajada desde el vértice de uno de los ángulos al lado opuesto, prolongado si es necesario, como en la figura 40. El lado MN, sobre el cual cae la perpendicular que mide la altura del triángulo, se llama *base.*

En el triángulo isósceles, fig. 36, la perpendicular bajada desde el vértice del ángulo en que se cortan los dos lados iguales CD, CE a la base DE, la divide en dos partes iguales en el punto *m*.

En el triángulo *equilátero*, fig. 37, las perpendiculares bajadas desde los vértices de los ángulos a los lados opuestos, dividen a estos lados en dos partes iguales.

38. *Dibujar un triángulo rectángulo*, fig. 41.

Trácese uno de los lados AB; por el punto B, levántese una perpendicular B*m* (22), tómese sobre esta perpendicular un punto C, i termínese el triángulo tirando la recta AC.

39. *Construir un triángulo rectángulo en que se da la hipotenusa i uno de sus lados*, fig. 42.

Trácese la hipotenusa BC, divídase en dos partes iguales en el punto *m*, i desde este punto como centro, con un radio igual a *m*B, descríbase una semi-circunferencia de círculo; haciendo despues centro en C; con un radio igual a la magnitud del lado dado, descríbase un arco de círculo que corte a la circunferencia en el punto D; se terminará el triángulo tirando las rectas BD, DC.

40. *Construir un triángulo rectángulo en que se conozca la hipotenusa i la altura*, fig. 43.

Tírese la hipotenusa AB i la paralela *n o*, que diste de AB una cantidad igual a la altura del triángulo (25), desde el punto *m*, medio de la hipotenusa, como centro, con un radio igual *m*B o *m*A, descríbase un arco del círculo que corte a la línea *no* en los puntos C i D, i termínese la figura tirando las líneas AC, BC, o BD, AD, puesto que los dos triángulos ABC i ABD son iguales.

41. *Dibujar un triángulo isóceles*, fig. 44.

Tírese una linea recta AB; desde los puntos A i B descríbase con un mismo radio dos arcos de círculo que se corten en el punto C i tírense las rectas AC i BC.

42. *Construir un triángulo isóceles en que se da la base i uno de los lados iguales*, fig. 44.

Trácese la base AB; tómese un radio igual a la magnitud de los lados iguales, i haciendo centro en los puntos A i B, descríbanse dos arcos de círculo; se terminará el triángulo tirando por el punto de interseccion C las rectas AC i BC.

43. *Construir un triángulo isóceles cuya base i altura son conocidas*, fig. 45.

Trácese la base AB; por el punto medio *m* de esta base, levántese la perpendicular *mn* sobre la que se llevará de *m* a C la altura del triángulo, éste quedará terminado, tirando las rectas AC, BC.

44. *Construir un triángulo rectángulo isóceles, cuya base sea la hipotenusa*, fig. 46.

Trácese la base AB i en su medio *m* levántese la perpendicular *mn* (20); desde el punto *m*, como centro i con el radio *m*A, descríbase un arco de círculo que corte a la perpendicular en el punto C, tírense las rectas CA, CB; i PAC será el triángulo pedido.

45. *Dibujar un triángulo equilátero*, fig. 47.

Trácese la base AB; i desde los puntos A i B con un radio igual a AB, descríbanse dos arcos de círculos que se corten en el punto C: tírense finalmente las rectas A C, i B C, i quedará terminado el triángulo.

46. *Construir un triángulo equilátero en que solo se nos dé la altura*, fig. 48.

Tírese una línea indefinida *rs*; por un punto *m* tomado sobre esta línea levántese una perpendicular (19) i tómese sobre ésta desde *m* hasta A la altura dada al triángulo; hágase en el punto A un ángulo recto tirando una paralela a la *rs*; divídase este ángulo en tres partes iguales en los puntos 1, 2, 3, i tírese por los puntos 1 i A la línea AB. La parte AB de esta línea comprendida entre el punto A i la línea *rs* será el lado del triángulo equilátero, el que se determinará tomando sobre *rs* la parte BC igual AB, i tirando la recta AC.

47. *Copiar el triángulo* ABC *en las mismas proporciones*, fig. 49.

Tírese una recta *bc*, fig. 49, igual al lado BC: tómense sucesivamente las magnitudes de los lados AC i AB, i desde los puntos *c*, *b*, como centros, descríbanse dos arcos de círculo; por el punto de interseccion *a* tírense las líneas *ab*, *ac*, i el triángulo *abc* será igual al ABC.

48. *Copiar el triángulo* ABC *en una proporcion dada*, fig. 50.

Supongamos que el triángulo ABC deba reducirse a la mitad de las dimensiones.

Trácese una linea *bc*, fig. 50, igual a la mitad de BC; tómese sucesivamente una magnitud igual a la mitad de los lados AB, AC, i desde los puntos *b* i *c* como centros, descríbanse dos arcos de círculo; por el punto *a* de interseccion, tírense las rectas *ab*, *ac*; i el triángulo *abc* será la reduccion del ABC.

49. *Copiar el triángulo* ABC, fig. 51, *en una proporcion tal, que la línea* bc *sea el lado correspondiente a* BC.

Primer método: háganse en los puntos *b* i *c* dos ángulos respectivamente iguales a los ángulos ABC, ACB; tírense los lados *bm*, *cn* que se cortan en el punto *a*. El triángulo *abc* será la reduccion que se pide.

Segundo método. Colóquese la recta *bc*, fig. 52, paralelamente a la BC fig. 51, i por los puntos *b* i *c* tírense a las AB i AC dos paralelas, que se corten en el punto *a*; éstas serán las que determinan el triángulo *abc* semejante al ABC.

Si la copia se pidiese en las mismas dimensiones, valiéndose de las paralelas, se trazaria una línea, igual i paralelamente a uno de los lados del triángulo dado; despues, por los estremos de esta recta, se tiran paralelas a los lados homólogos, o lados correspondientes a estos puntos del triángulo dado; en este caso queda reducido el problema, i dado un punto fuera de una recta se pide tirar una paralela a esta recta, valiéndose de la regla i de la escuadra (26).

Estas paralelas se cortan en un punto *a*, fig. 52, por ejemplo, i que darán la copia que se pide exactamente.

50. La copia de las figuras mas complicadas pudiéndose reducir al dibujo de triángulos iguales o semejantes, no se pasará adelante sin haberse ejercitado repetidas veces en la ejecucion de las figuras anteriores.

§ II.

APLICACIONES DE LOS TRIANGULOS.

51. *Dibujar una orladura dentada*, fig. 53.

Esta orladura se compone de triángulos isóceles iguales i contiguos, cuyas bases opuestas se hallan sobre dos líneas paralelas. Las órlas dentadas se usan con frecuencia, i particularmente para adornar los marcos en los mosaicos, o jéneros, en éstos se hacen los dientes opuestos de color diferente.

Tírense dos rectas paralelas *aa*, *bb*; colóquense sobre una de las rectas *bb* por ejemplo, las bases iguales *bc*, *cd*, *de*. . . . i constrúyanse los triángulos isóceles *hfc*, *cgd*, *dhc*. . . . (43). Para que la figura quede dibujada con exactitud, es preciso que los lados de los diferentes triángulos sean paralelos entre sí.

52. *Dibujar una cruz griega*, fig. 54.

Esta cruz está compuesta de cuatro triángulos equiláteros, cuyos vértices se reunen en un mismo punto.

Nota.—Se ha indicado por medio de las letras del alfabeto la marcha de las operaciones: cada línea debe trazarse siguiendo el órden alfabético de la letra que le designa.

Fórmense en el punto A cuatro ángulos rectos por medio de las perpendiculares *aa*, *bb* (19), márquense a igual distancia del punto A los cuatro puntos B que limitan la magnitud de los brazos de la cruz, i tomando AB...... para la altura, constrúyanse los cuarto triángulos equiláteros (46). Se conoce que la operacion ha sido bien hecha cuando en los triángulos opuestos, los lados de los ángulos opuestos se hallan los unos en la prolongacion de los otros.

Se puede modificar esta figura, fig. 55, señalando sobre la base de cada triángulo i sobre la altura, la distancia BC, i uniendo con rectas los puntos C con los estremos de las bases.

53. *Dibujar una estrella de seis puntas*, fig. 56.

Trácese la recta AA igual a la distancia que separa dos puntas opuestas, divídase en cuatro partes iguales A 1, 1—2, 2—3, 3 A i constrúyanse en los puntos A dos triángulos equiláteros (46) ABC que tengan cada uno por altura tres partes de la línea AA. Los lados que forman las puntas deben ser todos iguales.

54. *Dibujar una estrella de cinco puntas* fig. 57.

Sobre una línea *mn* levántese la perpendicular A*a* (22) igual a la altura de la estrella. Hágase en el punto A i sobre A*a* un ángulo igual a la quinta parte de un recto (6) i prolónguese el lado A*b* del ángulo hasta que encuentre a la *mn* en el punto B. Señálese la distancia *a*B desde *a* hasta C i termínese el triángulo isóceles ABC; trasládese despues la punta del compás alternativamente a los puntos A, B, C, i con un radio igual a BC trácense cuatro arcos de círculo que se corten en los puntos D, E; tírense las rectas DE, CD, BD, i quedará terminada la figura.

55. *Representar la posicion respectiva de los puntos* A, B, C, D, fig. 58.

Trácense las rectas AC, CD, AD BD, AB i constrúyanse, fig. 58, dos triángulos *abd*, *adc* , que tengan un lado *ad* comun, i que sean iguales o semejantes (47) i (48) a los triángulos ABD, ACD. Los puntos *a*, *b*, *c*, *d*, representarán la posicion exacta de los puntos A, B, C, D.

56. En esta última aplicacion de los triángulos se funda el *levantamiento de los planos* ; i por una série de operaciones semejantes se consigue levantar el plano jeneral o la *carta* de un pais.

SEGUNDA SECCION.

§ I.

FIGURAS DE CUATRO LADOS O CUADRILATEROS.

57. Toda figura ABCD, fig. 59, terminada por cuatro líneas rectas que se cortan, es un *cuadrilátero*.

Las líneas AC, BD, que unen las vértices de dos ángulos opuestos, son las *diagonales*.

58. Se distinguen varias especies de cuadriláteros.

1.° El *trapezoide*, que no tiene ningun lado paralelo, fig. 59.

2.° El *trapecio*, fig. 60 i 61, cuyos dos lados AB, CD son paralelos; i los otros dos se cortan. Se distinguen dos clases de trapecios; el trapecio regular i el irregular; se da el nombre de trapecio regular al que tiene iguales los lados que no son paralelos, paj. 61. El trapecio en el cual sucede lo contrario, es el trapecio irregular, i tiene desiguales los lados que no son paralelos, fig. 61.

3.° El *paralelógramo*, fig. 62, cuyos lados opuestos AB, CD, AC, BD, son paralelos.

59. Se distinguen cuatro especies de paralelógramos.

El *romboide*, fig. 62, cuyos lados contiguos AB, AC, CD, BD, son desiguales.

El *rombo*, fig. 63, cuyos lados son iguales.

Las diagonales de este paralelógramo son perpendiculares entre sí.

El *rectángulo*, fig. 64, que tiene los ángulos rectos, i los lados contíguos desiguales.

El *cuadrado*, fig. 65, cuyos ángulos son rectos i los lados iguales.

60. Se llama *altura* en el trapecio i en el paralelógramo, a la perpendicular EF, fig. 60 i 62, bajada desde uno de los lados paralelos al lado opuesto. Estos lados toman el nombre de *bases*.

61. *Dibujar un trapezoide.*

Basta trazar, fig. 59, cuatro líneas que se cortan de dos en dos...

62. *Copiar el cuadrilátero* ABCD *en las mismas proporciones*, fig. 66 i 66.da

Tírese en la figura dada la diagonal AD, trácese una recta *ad* igual a esta diagonal, i constrúyanse sobre esta línea dos triángulos *acd*, *abd*, iguales a los triángulos ACD, ABD (47).

63. *Copiar el mismo cuadrilátero reduciéndolo a la mitad*, fig. 66. 3.a.

La operacion es la misma que la anterior, con la única diferencia, que los triángulos *acd*, *abd*, deben ser los de la figura dada, pero reducidos (48).

64. *Dibujar un trapecio*, fig. 67.

Basta tirar dos paralelas AB, CD, i dos oblícuas AC, BD.

65. *Construir un trapecio regular en que se nos dan los dos lados paralelos i la altura*, fig. 61.

Trácese uno de los lados paralelos AB, i en su medio levántese la perpendicular *mn*: tómese sobre ésta desde *m* hasta *h*, la altura dada, i por el punto *h* tírese la paralela *rs* a la AB, sobre la primera tómese de cada lado del punto *h* hasta los C i D, la mitad de la magnitud de la otra base. Se terminará el *trapecio* tirando las rectas AC, BD.

66. *Copiar el trapecio* ABCD, fig. 67.

Tírese en el trapecio la diagonal BC, hágase, fig. 67, un triángulo *bcd* igual o semejante al triángulo BCD, segun se quiera una figura igual o reducida; por el punto *b* tírese una paralela a la *cd*, sobre la que se tomará una magnitud reducida o igual a la AB; tírese finalmente la recta *ac*.

67. *Dibujar un paralelógramo*, fig. 62.

Trácense dos lados contiguos AC, CD, desde el punto D, con un radio igual a AC, i desde el punto A, con otro radio igual a CD, descríbanse dos arcos de círculo que se corten en el punto B, tírense las rectas BA, BD i quedará terminada la figura.

68. *Construir un paralelógramo en que se conozcan dos lados contíguos i la altura*, fig. 68.

Trácese la base AB, i a una distancia *ef*, igual a la altura dada, tírese la paralela indefinida *rs*; desde los puntos A i B i con una abertura de compás igual al otro lado del paralelógramo, descríbanse dos arcos de círculo que corten a la recta *rs* en los puntos C i D; tírense las rectas AC, BD i se habrá construido el paralelógramo.

69. *Copiar el paralelógramo* ACDB, fig. 68.

Tírese en la figura la diagonal CB, i hágase fig. 68 i 68 3.ra un triángulo *bca* igual o semejante al triángulo BCA; se tendrán de este modo dos lados del paralelógramo i solo faltará para terminar la figura, operar como se indicó anteriormente.

70. *Dibujar un rombo*, fig. 63.

Tírense dos rectas iguales, AC, AB, que se corten en el punto A, desde los puntos C i B con un radio igual AB, descríbanse dos arcos de círculo, i por el punto de interseccion D, trácense las rectas CD, BD.

71. *Construir un rombo en que se conozca la diagonal i un lado*, fig. 69.

Trácese la diagonal AB, i constrúyanse con el lado dado, dos triángulos isóceles, iguales ABC, ABD (47).

72. *Copiar el rombo* ABCD, fig. 69.

Tírese la diagonal AB, i fórmense dos triángulos isóceles, respectivamente semejantes a los triángulos iguales ABC, ABD.

73. *Dibujar un rectángulo*, fig. 64.

Trácese la base AB, i en el estremo B levántese una perpendicular (22) tómese sobre esta perpendicular un punto C, desde el cual con un radio igual a AB, i desde el punto A con otro radio igual a BC, descríbanse dos arcos de círculo que se corten en el punto D. Se terminará el rectángulo tirando las rectas CD, AD.

74. *Construir un rectángulo cuyos lados son conocidos.*

La construccion de esta figura es del todo igual a la anterior, basta únicamente darle las dimensiones indicadas.

75. *Copiar un rectángulo.*

Se procede como para el paralelógramo (69).

76. *Dibujar un cuadrado* fig. 65.

Se opera como para el rectángulo, tomando tan solo sobre la perpendicular la altura de la base.

77. *Construir un cuadrado, cuyo lado es conocido.*

Se puede construir el cuadrado como el rectángulo, sin embargo la construccion siguiente ofrece mayor exactitud.

Trácese el lado del cuadrado AB, fig. 70; en su medio levántese una perpendicular sobre la que se tomará en el punto *o* la mitad del lado conocido AB. Desde este punto como centro, con un radio igual a *o* A u *o* B, descríbase una circunferencia de círculo, el punto centro de esta circunferencia se une con los estremos del lado conocido por dos rectas, o diámetros AD, BC, i se terminará el cuadrado tirando las líneas AC, BD, i CD.

78. *Construir un cuadrado, cuya diagonal es conocida*, fig. 71.

Trácese la diagonal AB, i en su medio *m* levántese una perpendicular. Descríbase desde *m* como centro i con un radio igual a *m*A o *m*B una circunferencia de círculo que corte a la perpendicular en los puntos C i D; tírense las rectas AC, BC, BD, AD i quedará terminada la figura.

79. *Copiar un cuadrado.*

Trácese una línea igual al lado del cuadrado, o en una proporcion dada, i constrúyase el cuadrado como se indicó anteriormente.

§ II.

APLICACIONES DE LOS CUADRILATEROS.

80. *Dibujar un compartimiento*, fig. 72

Se principia por dibujar el rectángulo ABCD (74) en el que se trazarán las diagonales AC i BD. Por el punto *e* de interseccion, tírense las líneas *ff*, *gg* paralelas a los lados del rectángulo, las cuales los cortarán en los puntos H, I, J, K; dibújese el rombo, trazando las rectas YH, YJ, HK, JK, i termínese la figura encerrándola en el rectángulo LMNO.

81. *Dibujar el compartimiento* fig. 73.

Este compartimiento se compone de tres cuadrados inscriptos. Dibújese el cuadrado ABCD (76), i tírense las diagonales. Señálese en *e* i *f* la distancia de uno de los lados de los cuadrados inscriptos al lado AC del cuadrado ABCD, por estos puntos, tírense las dos paralelas *gg*, *hh* que corten a las diagonales en los puntos YJ, KL, por estos puntos, tírense las paralelas Y*i*, J*j*, K*k*, L*l*, a la AB o CD, i se terminará la figura uniendo por medio de rectas sus puntos de interseccion con las diagonales, O, P, M, N.

82. *Dibujar el embaldosado* fig. 74.

Este pavimento dispuesto como las casillas de un tablero, se hace por lo regular con mármol negro i una piedra blanca i dura que se llama *Lancha*. Se le figura un marco con una banda que se hace igualmente de piedra.

Trácese primero el rectángulo ABCD i su marco; señálense sobre AB i AC las dimensiones de los cuadros, en los puntos *e*, *f*, *g*, *h*, i por cada uno de los puntos de division, tírense rectas paralelas a los lados del rectángulo, estas determinarán las casillas iguales en que se ha de dividir el rectángulo.

83. *Dibujar el compartimiento* fig. 75.

Este compartimiento, compuesto de un rectángulo ABCD, en el cual se hallan inscriptos un cuadrado EFGH i dos rectángulos desiguales YJKL i MNOP, se emplea con mucha frecuencia en la carpinteria para las puertas que llaman de *tableros* i para los *artesonados*. El cuadrado se llama *tablero firme* i el rectángulo inmediato superior *tablero de friso*. Los marcos de los tableros que tienen un mismo ancho se llaman *campo*.

84. *Dibujar el enladrillado* fig. 76.

Este pavimento se compone, como el primero, de ladrillos de diferente color o material, dispuestos diagonalmente respecto del marco. Esta figura, apesar de su sencillez, exije mucho cuidado en la ejecucion.

Trácese primero el rectángulo ABCD i su marco; constrúyase el cuadrado DEFG i tírense las diagonales EF, DG prolongando la última indefinidamente. Divídase la parte DH de esta línea en once partes iguales en los puntos 1, 2, 3. . . . las que se trasladarán desde el punto H hasta los puntos 12 i 13. Tírense por cada uno de estos puntos paralelas a la diagonal EF, tales como la YY, i por los puntos de interseccion de estas paralelas con los lados contiguos BD, DC del rectángulo, tírense las rectas YK, YL, paralelas a la otra diagonal DG (d).

85. *Dibujar el compartimiento* fig. 77.

Para dibujar este compartimiento dispuesto en figura de *puntas de diamante*, se divide el cuadrado ABCD en cuadrados pequeños e iguales, como se practicó en la fig. 74, tirando despues las diagonales en cada uno de los cuadrados.

86. *Dibujar el compartimiento* fig. 78.

Este compartimiento, compuesto de cuadrados grandes i pequeños dispuestos en forma de cruceros, se ejecuta lo mismo que el pavimento representado en la fig. 79.

87. *Dibujar el artesonado* fig. 79.

Se llama *arteson* una clase de adorno compuesto de líneas rectas o curvas, que se enlazan entre sí de un modo simétrico i contínuo.

Trácense las dos líneas AA, i la paralela equidistante *b b*. Por los puntos *c*, tomados a igual distancia sobre la recta *b b*, levántense las perpendiculares *d d* que corten a las líneas AA, en los puntos E, i sobre las que se señalarán los puntos F a igual distancia de los puntos *c*. Tírense las rectas EF, i termínese la figura trazando los listelos dobles de arteson. Para que la figura quede dibujada de un modo correcto, es necesario que las líneas EF de la misma banda sean paralelas entre sí.

(d) Todos los vértices de los ángulos de una misma corrida deben insistir sobre una misma línea *m m*, *n n*, paralela a cada uno de los lados del rectángulo.

88. *Dibujar el artesonado* fig. 80.

Este, compuesto de dos hileras de rombos cuyos listelos se cruzan entre sí en el sentido de su lonjitud, no presenta dificultad en su ejecucion. Las líneas de puntos de la figura indican lo bastante para la marcha de la operacion.

89. *Dibujar un pavimento sin fin*, fig. 81.

Este pavimento compuesto de bandas paralelas que se cortan en ángulos rectos, interceptan entre sí unos cuadrados que se llaman *tableros*. Las bandas i tableros por lo regular se ensamblan i sujetan con clavos sobre unas piezas de madera que se llaman *Carreras*.

Despues de trazadas las bandas del marco, señálense sobre dos de sus lados contiguos las dimensiones de los tableros i bandas, i tírense líneas paralelas a las del marco. La única dificultad que presenta la figura, consiste en dar dimensiones perfectamente iguales a las bandas i lados de los tableros, atendiendo tambien al tiempo de entintar las líneas al grueso que en ciertas partes les corresponde.

90. *Dibujar las grecas* fig. 82 i 83.

Grecas son unas de aquellas combinaciones de líneas que se emplean con mas frecuencia en los productos de artes que se relacionan mas con el dibujo. Se emplean por lo regular en las orladuras, guarniciones i marcos, en que su movimiento discontinuo produce siempre buen efecto. Tambien se emplean en la joyeria para cadenas de cuello, brazaletes, etc.

Divídase el ancho del espacio que debe encerrar a la *greca* en siete partes iguales. Por cada uno de los puntos de division, tírense líneas paralelas, i trasládense despues las mismas divisiones sobre la lonjitud en los puntos 1, 2, 3....6, fig. 82, i 1, 2, 3....8, fig. 83, por los cuales se tirarán líneas perpendiculares a las primeras. Ejecutada con cuidado esta operacion, se trazará fácilmente la greca dando a cada parte de la línea quebrada, el número de divisiones indicadas en la figura.

91. *Dibujar una* A *i una* H *mayúsculas* fig. 84 i 85.

Presentamos aqui un modelo de tres clases de letras; la letra *blanca sombreada*, la letra *angosta sombreada*, i la letra *llena con su grueso*.

92. *Dibujar una estrella de ocho puntas*, fig. 86.

Esta estrella se compone de ocho cuadriláteros iguales i contiguos. Dibújense los dos cuadrados iguales ABCD, EFGH (77), cuyas diagonales se cortan en el punto Y, tírense rectas por este punto i cada uno de los M, N.... L, en que se corten los lados de los cuadrados, i quedará terminada la figura.

93. *Dibujar el roseton rectilíneo* fig. 87.

Las líneas de puntos indican lo bastante para la ejecucion de la figura.

94. *Dibujar un pavimento llamado de punto en Hungría*, fig. 88.

Este pavimento está compuesto de rombos (59) contiguos, i dispuestos en líneas paralelas de un mismo ancho i cada una en sentido inverso. Dibújese el rectángulo ABCD, i su marco; divídase el lado CD en cuatro partes iguales, i por cada uno de los puntos de division E, F, G, tírense parelelas indefinidas a la CA; llévese sobre AC la magnitud CE desde C hasta H, tírese la EH, i en el punto H levántese la perpendicular indefinida *i i*.

Tírese por el punto E' una paralela a la EH que corte a la *i i* en el punto *j*, divídase H*j* en 15 partes iguales que se marcarán desde H, en los puntos 1', 2', 3', por todos estos puntos de division trácense paralelas a la EH, que determinen las ringleras comprendidas entre AC i EE'.

Tírese despues por el punto H una recta *k k* paralela a la CD, que corte a la FF' en el punto L. Por EL i por los puntos de encuentro de las ringleras de la primera corrida o sus prolongaciones con EE' tírense paralelas a EL, i se continuará del mismo modo para determinar las otras ringleras.

Por este medio los vértices E, F, G, E', F', G', se hallarán o insistiran sobre el marco o guarnicion.

95. *Dibujar una casilla de pavimento ensamblado*, fig. 89.

Trácese el cuadrado ABCD, i su marco; tírense las dos diagonales AD, BC, i despues de indicar de cada lado de las diagonales la mitad de la lonjitud de las ringleras, tírense paralelas que corten a la línea CD prolongada, en los puntos *e, f, g, h;* divídase *e h*, en tres partes iguales, i por los puntos de division *i j* trácense los dos rectángulos *i l m n, j o p k*, cuyos lados son paralelos a las diagonales BC, AD hallándose ademas, los vértices de sus ángulos sobre los lados del cuadrado ABCD. Se terminará la figura, trazando por afuera de cada uno de los lados de ámbos rectángulos, rectas paralelas, que formarán con dichos lados el ancho de las ringleras.

96. *Dibujar la orladura* fig. 90.

97. *Dibujar la orladura* fig. 91.

98. *Dibujar una* K, *i una* N, fig. 92—97.

99. *Dibujar las dos grecas* fig. 98 i 99.

Se procederá para dibujar estas figuras, como se ha manifestado anteriormente (90) i como lo indican las líneas de puntos.

100 *Dibujar las orladuras* fig. 100 i 101.

Los contornos de estas figuras quedan determinados, por el contraste de las partes claras con las sombreadas. Para conseguir un resultado satisfactorio, es preciso que la figura esté determinada con el lápiz del modo mas puro i delicado, i que las líneas de sombra terminen precisamente en el perfil; lo que exije mucha práctica i exactitud.

101. *Dibujar una* Y, fig. 102. . . . 104.

102. *Dibujar el compartimiento* fig. 105.

Este compartimiento, compuesto de cuadrados, de rombos i triángulos, es de un efecto agradable por las diversas combinaciones que presenta a la vista.

Las líneas de puntos manifiestan en la figura el modo de dibujarlo.

TERCERA SECCION.

§ I.

DE LOS POLIGONOS.

103. Se llama particularmente *Polígono* a toda figura rectilínea terminada por mas de cuatro líneas rectas.

Polígono en jeneral es todo espacio cerrado por líneas; asi es que el espacio de ménos lados que podemos conocer, es el que está cerrado por tres líneas, i éste es un polígono, conocido con el nombre de *triángulo*; el que se le sigue es el que está cerrado por cuatro líneas, i éste se llama *cuadrilátero*: para adelante siguen tomando tambien sus nombres en particular.

104. *Polígonos regulares* son aquellos cuyos ángulos i lados son iguales.

105. En los polígonos se distinguen:

El polígono de cinco lados o *Pentágono*.

El de seis lados o *Exágono*.

El de siete lados o *Eptágono*.

El de ocho lados o *Octógono*.

El de nueve lados o *Eneágono*.

El de diez lados o *Decágono*.

El de once lados o *Endecágono*.

El de doce lados o *Dodecágono*, etc.; para adelante se enuncian segun el órden numérico; polígono de 13 lados de 15, de 16, de 20, de 35, de 100, etc.

Solo tratarémos del pentágono, del exágono, del octógono i de sus múltiplos, que son los polígonos que se emplean con mas frecuencia.

Las diagonales que se pueden tirar en un polígono cualquiera son iguales en número a cuantos lados tenga el polígono ménos tres: es decir si el polígono consta de 4 lados, solo se podrá tirar una diagonal, que es el residuo de cuatro ménos tres; si el polígono fuera de 13, de 15, de 16, de 20, de 35, de 100 lados, etc., i queremos saber el número de diagonales que se pueden tirar en estos polígonos, no tenemos mas que restar de 13, de 15, de 16, etc., la cantidad; i la resta será un número igual al número de diagonales que se pueda tirar en el polígono a que se refiere.

Estas diagonales descomponen al polígono en triángulos, que serán tantos como lados tiene el polígono ménos dos, es decir que si el polígono consta de cinco lados, los triángulos en que queda descompuesto por medio de las diagonales son tres, que es la resta de cinco ménos dos. Si el polígono fuera de 20, de 35, de 100 lados, etc., i queremos saber el número de triángulos en que quedarian descompuestos por medio de las diagonales que se pueden tirar en cada polígono, no tenemos mas que hacer lo que hicimos anteriormente de 20, de 35, de 100, restar tres i el residuo es el número igual al de los triángulos en que descomponen las diagonales al polígono.

106. *Copiar un polígono irregular, tal como el exágono* ABC DEF, fig. 106.

Tírese por uno de los vértices del polígono, por ejemplo, el del ángulo BAF, i por cada uno de los otros vértices las rectas AC, AD, AE, que descompondrán a la figura en cuatro triángulos ABC, ACD, ADE, AEF, que tienen de dos en dos un lado comun, queda reducido el problema a copiar triángulos en las mismas proporciones.

Tírese una línea recta *ab*, fig. 106 igual a la AB o en una proporcion dada con ésta, i constrúyase el triángulo *abc* igual o semejante al triángulo ABC (47-48); sobre *ac*, como base, fórmese despues el triángulo *acd* igual o semejante al ACD; háganse del mismo modo los triángulos *a d e*, *a e f* iguales o semejantes a los ADE, AEF, i el polígono *a b c d e f* será la copia del polígono dado.

107. *Dibujar un pentágono regular*, fig. 107.

Descríbase desde el punto A como centro una circunferencia de círculo, tírese el diámetro BC i el radio AD perpendicular a BC. Divídase AB en dos partes iguales en el punto E, i desde este punto como centro, con un radio igual a DE, descríbase un arco de círculo que corte al diámetro BC en el punto F; tírese DF, i será el lado del pentágono, colóquese finalmente cinco veces sobre la circunferencia la magnitud DE, i únanse los puntos D, G, H, Y, J, por medio de las cuerdas DG, GH.... JD.

108. *Dibujar un exágono regular*, fig. 108.

Descríbase una circunferencia de círculo, colóquese en ella seis veces la magnitud del radio en los puntos B, C, D, E, F, G i tírense las cuerdas BC, CD.... GB.

109. *Dibujar un decágono regular*, fig. 109.

Despues de trazado el pentágono ABCDE; por el punto medio de cualquiera de sus lados, por ejemplo AB, levántese una perpendicular que corte a la circunferencia en el punto F. La cuerda AF será el lado del decágono.

110. *Dibujar un dodecágono regular*, fig. 110.

El dodecágono se ejecuta haciendo en el exágono la misma construccion que se ha indicado para el decágono.

111. *Dibujar un octógono regular*, fig. 110.

1.ª Solucion.—Descríbase una circunferencia de círculo, en la que se inscribirá el cuadrado ABCD: levántense en el punto medio de las cuerdas AB, BC, CD, DA, perpendiculares que corten a la circunferencia en los puntos H, G, F, E, tírense las rectas AH, HB......EA i estas serán los lados del octógono.

2.ª Solucion.—Descríbase una circunferencia de círculo, en la que se tirarán dos diámetros perpendiculares; estos diámetros forman cuatro ángulos rectos, se dividen estos ángulos en dos partes iguales por otros dos diámetros, que vendrán a ser tombien perpendiculares: los puntos en que estos diámetros cortan a la circunferencia se unen de dos en dos por medio de líneas rectas i dan el octógano que se pide.

Se emplean con frecuencia los octógonos irregulares: las figuras 111 i 112 representan los mas usados. En la figura 111, el octógono inscripto en un cuadrado tiene todos sus lados opuestos iguales. En la figura 111 representan los mas usados. En la figura 112. se halla inscripto en un rectángulo, i solo tiene cuatro lados iguales.

112. Nota.—Para copiar un polígono regular en una proporcion dada, inscríbase una circunferencia cuyo radio se halle en la misma razon con el de la circunferencia circunscripta al polígono. Asi para hacer un pentágono cuyos lados sean duplos de los de otro, se describirá una circunferencia con un radio duplo del de la circunferencia circunscripta al polígono dado, i en ella se inscribirá un pentágono (107).

113. *Construir un exágono regular*, fig. 113 tal que dos de sus lados se hallen sobre las líneas paralelas *mn*, *rs*.

Primera solucion. — Tírese la línea *aa* paralela a las *mn*, *rs* i equidistante de estas líneas. Tómese sobre la *aa* un punto B e i el que se formará un ángulo *c*B*d* igual a los dos tercios del ángulo recto *c*B*d*, i cuyo lado B*c* corte a la línea *mn* en el punto F; BF será el lado del exágono. Para construirlo, llévese sobre la *mn* la BF, desde F hasta G; desde G como centro con un radio igual a FG o FB, descríbase un arco de círculo que corte a la línea *aa* en el punto H i tírese la GH. Se terminará la figura operando por la otra parte de la línea *aa*, segun acaba de indicarse.

Segunda solucion.— Tírese la línea *aa* i la perpendicular *bb* comprendida entre las paralelas *mn*, *rs;* desde su interseccion *m* como centro, i con un radio *mb*, descríbase un cuadrante; sobre *i* medio de *mb*, levántese una perpendicular que corte a la circunferencia en el punto *k*, tírese el radio *mk* i levántese en su estremo la perpendicular B*k* que se prolongará indefinidamente; la parte BO de esta perpendicular, comprendida entre las paralelas *aa* i *rs* es el lado del exágono, que se continuará segun se indicó en la solucion anterior.

114. *Inscribir un octógono en un cuadro dado* ABCD, fig. 114. Tírense las diagonales AD, CB, i desde su interseccion E, con el radio EF igual a la mitad de los lados del cuadrado, descríbase una circunferencia de círculo que corte a las diagonales en los puntos G, H, I, J; por cada uno de estos puntos tírense a las diagonales, perpendiculares comprendidas entre los lados contiguos del cuadrado; de este modo se obtendrá un octógono regular.

115. *Dibujar el embaldosado* fig. 115.

Este embaldosado o enladrillado se hace por lo regular con ladrillos de tierra cocida al horno. Los lados de estos ladrillos tienen desde 12 hasta 16 centímetros.

Trácese el rectángulo ABCD, i tírense las líneas equidistantes *ff*, *ee* paralelas a los lados AC, BD; constrúyase como se indicó en el § 113, el exágono M, que tiene dos lados sobre las líneas AC, *ee*, i por los vértices de sus ángulos, tírense las rectas EE, FF. Los puntos en que se encuentren las rectas EE, FF con las *ff* *ee*, determinarán los vertices de los ángulos de los exágonos de la primera hilera.

Trasládese la magnitud EE sobre el lado AC, desde F hasta F, i la FE desde F hasta E' i tírense las paralelas FF, E'E'.

Las intersecciones de estas paralelas con las rectas *ff*, *ee* determinarán las vértices de los ángulos de los exágonos de la segunda hilera. Del mismo modo se continuará para las demas hileras.

116. *Dibujar el enladrillado*, fig. 116.

Este enladrillado, formado de ladrillos de figura octogonal i cuadrados, se emplea en los pórticos, comedores, antesalas, etc. Los octógonos se hacen de mármol blanco o lancha, i los cuadrados de mármol negro.

Trácese en el rectángulo ABCD las líneas *aa*, *bb* paralelas a sus lados i equidistantes, las que lo dividirán en cuadros tales como A*bca*; inscríbase en este cuadro el octógono M (114) i llévense de cada lado de los puntos *a* i *b* las magnitudes *ac*, *bd* tomadas sobre el lado del cuadrado en que se halla inscripto el octógono M. Las paralelas tiradas por los puntos *c* i *d* determinarán, por su interseccion con las rectas *aa*, *bb*, los vértices de los ángulos de todos los octógonos i de todos los cuadrados comprendidos entre sus lados.

117. *Dibujar el compartimiento*, fig. 117.

Este compartimiento, compuesto de cuadrados separados por exágonos irregulares, se dibujará segun los métodos indicados anteriormente.

118. *Dibujar una* V. fig. 118, 119, 120.

119. *Dibujar el compartimiento* fig. 120.

Este compartimiento está conpuesto de exágonos cuyos lados sirven de base a un triángulo equilátero; las líneas de puntos bastan para la intelijencia del dibujo de esta figura.

120. *Dibujar el compartimiento*, fig. 121.

Se ejecuta de mosaicos, o con embutidos, produce un efecto lo mas agradable: se compone de exágonos i rombos, encerrados en un marco con la orladura dentada. Se halla figurado de relieve sobre su fondo.

Se puede dibujar cada hilera de exágonos como se indicó § 113; pero hai un método mas sencillo i exacto. Despues de trazado el rectángulo ABCD, i la primera hilera de exágonos, márquense sobre el lado AB las divisiones A*a*, *aa* iguales al radio del exágono, tírense paralelas *aa* a la AC i por los puntos *b* tírense otras paralelas *bb* a la AB. El rectángulo ABCD se hallará dividido en rectángulos parciales tales como A*bca* en los que se tirarán las diagonales A*c*, *ba* para formar los exágonos i los rombos; se observará al entintar la figura que en las hileras de los lugares pares, como son la segunda, la cuarta, etc., las dos medias diagonales superiores no se hallan trazadas.

121. *Dibujar el compartimiento*, fig. 122.

Este compartimiento está compuesto de octógonos i triángulos con marco; las líneas de puntos indican la marcha de la operacion.

122. *Dibujar el compartimiento*, fig. 123.

Se halla formado de octógonos regulares e irregulares, i de cuadrados, cuyos lados son iguales a los de los octógonos regulares.

123. *Dibujar el compartimiento*, fig. 124.

Este compartimiento manifiesta mucha riqueza, se compone de estrellas de ocho puntas separadas por figuras en forma de cruz.

Despues de trazado el cuadrado ABCD, divídanse dos de sus lados contiguos en seis partes en los puntos *a* i *b*, tírense paralelamente a estos lados las líneas *aa*, *bb*, que determinen con sus intersecciones los puntos E, F, G, etc: desde cada uno de estos puntos como centro, descríbase una circunferencia en la que se inscribirá una estrella de ocho puntas, segun se indicó § 92.

124. *Dibujar el compartimiento*, fig. 125.

Se compone de octógonos, exágonos irregulares i cruces de brazos iguales; es conveniente para objetos relijiosos.

125. *Dibujar el tablero o cuarteron*, fig. 126.

Trácese el exágono ABCDEF, i prolónguense los lados AB, AF, DP, DE hasta que se corten en el punto G ; tírense las diagonales del rombo AD, GG, i trácese el marco HYKL, cuyo ancho se marcará de cada lado de las rectas BP, EF, en los puntos *m n*; tírense por estos puntos dos paralelas a las BP i EF i se obtendrán los dos triángulos equiláteros GOP, GOR. Para dibujar la estrella colocada en el exágono, desde el punto de interseccion S de las dos diagonales GG, AD del rombo, descríbanse las tres circunferencias de círculo, i divídase la mayor en veinte i cuatro partes en los puntos *a*, *b*, *c*, *d*.... z ; tirando despues radios por los puntos de division, quedarán determinados por sus intersecciones con las dos circunferencias, los puntos *a'*, *b'*, c', *d*.... z' ; se terminará la estrella tirando las rectas *ba'*, *a'b'*, *b'c'*,*c'b'*, *c'd*,*c'*,*d'*,....*za'*, *a'*,z, Las estrellas de tres puntas colocadas en los rectángulos, se dibujan tirando rectas por los vértices de los ángulos i los puntos medios de los lados opuestos ; se marcan despues sobre estas perpendiculares, a igual distancia de los lados los puntos *e*, *f*, *g* i finalmente se trazan las rectas G*e*, *e*O Og, P*g*, P*f*, *f*G, para terminar la figura.

126. *Dibujar una* X fig. 127, 128, 129.

127. *Dibujar una* M, fig. 130, 131, 132.

Segunda Parte.

CAPITULO PRIMERO.

DE LAS LINEAS CURVAS.

128. El número de las líneas curvas que se emplean en el dibujo es infinito; sin embargo, pueden considerarse todas, como derivadas de ciertas curvas elementales de que son las mas veces un conjunto.

129. Las curvas elementales, son:

La circunferencia de círculo.
La Ojiva.
La Elipse.
El Ovalo.
El Ovoide.
La curva undulosa.
La espiral.

Manifestaremos como, valiéndose de las construcciones particulares, se consigue trazar cada una de estas curvas; pero ántes importa dar a conocer el método jeneral que se emplea para copiar una curva cualquiera; pues sucede con frecuencia, principalmente en el dibujo de los adornos, hallar curvas que no se pueden trazar de un modo riguroso. Este método consiste en reproducir la posicion exacta de un cierto número de puntos tomados sobre la curva dada.

130. *Copiar una curva*, fig. 133.

Tómense sobre la curva un cierto número de puntos, A, B, C, D que indiquen las inflexiones mas notables, tírese la recta AD, sobre ello bájense las perpendiculares A*b* D*c*, trácese despues una recta A' D' (fig. 133.ª) igual a la AD, en la que se marcarán las divisiones A*b*, *bc*, *c*D, fig. 133, i por cada uno de los puntos *b*', c', fig. 133.ª levántense perpendiculares, sobre las cuales se tomarán las alturas *b*'B' i *c*'C' iguales a las *b*B *c*C. Finalmente hágase pasar una curva por los puntos A', B', C', D' i se tendrá reproducida exactamente la curva ABCD.

131. Si se quisiera copiar la curva en una proporcion dada, por ejemplo, reducirla a la mitad, como en la figura 134, se ejecutaria la operacion del mismo modo, atendiendo solamente a tomar la mitad de cada una de las líneas de operacion trazadas en la figura que se quiere copiar.

El trazado de las curvas, segun lo acabamos de manifestar, se llama *trazado por puntos.*

132. *Trazar una curva de dos ramas simétricas*, fig. 135.

La curva de ramas simétricas es aquella que doblada por el punto de oríjen A, de modo que un punto B, tomado en una de las ramas a cierta distancia del punto de oríjen A, confundiéndose con el punto B' tomado a igual distancia en la otra rama, presenta en la superposicion una sola i misma curva.

Supongamos que una de las ramas AB esté trazada i que el punto B sea el que corresponde al B' de la otra rama.

Tírese la recta BB', i desde el punto A, oríjen de las dos ramas, bájese la perpendicular A*a*, que divide a la BB en dos partes iguales; tómese sobre la curva AB un cierto número de puntos C, D; i por ellos tírense a la BB' paralelas que corten a la perpendicular A*a* en los puntos *c* i *d*, señálense sobre estas paralelas i al otro lado de la A*a* las distancias *c*C' i *d*D', iguales a las C*c*, D*d* i tirando la curva A'D'C'B', esta será simétrica a la ADCB.

133. El trazado de las curvas por puntos presenta mucha dificultad para que resulte con precision i pureza; será pues éste uno de los ejercicios mejores, i que mas debe recomendarse a los alumnos para que adquieran facilidad i pulso en la práctica del dibujo.

Se emplea con frecuencia para el trazado de las curvas por el método indicado, un instrumento representado en la fig. 136, llamado *Cercha*. Este instrumento, es de madera i recortado de modo que presenta en sus contornos un gran número de curvas. Para usarlo, se empieza por indicar lijeramente a pulso i con un lápiz, la curva que se quiere dibujar, i se busca en seguida aquella curva del instrumento que pueda pasar por los puntos de la curva que se ha determinado. Aunque el uso de la Cercha presenta casi siempre mucha facilidad, sin embargo exije bastante práctica i destreza para evitar en el trazado las irregularidades que se forman por el concurso de las porciones de una curva i que se oponen a su movimiento.

Las grandes curvas se trazan con el auxilio de una regla flexible que se pone inmediata a los piquetes colocados en los puntos mas determinados, i a la que se dá la curvatura necesaria.

DE LA CIRCUNFERENCIA DE CIRCULO.

134. De todas las curvas, *la circunferencia de círculo* es la que presenta mas perfecta regularidad en su contorno, i cuyo empleo ofrece mayores recursos en los artes que requieren dibujo. Su uso caracteriza especialmente la época de las artes entre los antiguos.

La circunferencia de círculo es una curva reentrante a sí misma, que todos sus puntos situados sobre un mismo plano se hallan a igual distancia de un punto que, situado en el interior de la curva, se llama centro. La línea que pasa por este punto i toca con sus estremos en la circunferencia, se llama diámetro, i la recta que mide la distancia del centro a la circunferencia se llama radio; (segun se dijo al principio) i la parte de la circunferencia comprendida entre dos radios i un arco, se llama *Sector* i la parte comprendida entre un arco i su respectiva cuerda, se llama *Segmento.*

135. *Hacer una circunferencia de círculo igual a una circunferencia dada.*

Basta describirla con un radio igual al de la circunferencia dada.

136. *Hacer una circunferencia de círculo que esté con otra en una razon dada.*

Supongamos que se quiera trazar una circunferencia de círculo igual a los dos tercios de la que representa la fig. 137. Divídase el diámetro AB en tres partes iguales Ac, cd, dB; tómese una de estas partes como radio i descríbase, fig. 128, la circunferencia de círculo DFGH, que será los dos tercios de la primera.

137. *Determinar el centro de una circunferencia de círculo,* fig 139.

Las circunferencias solo se pueden copiar con el auxilio de sus radios, i como estos no se conocen miéntras no se tiene determinado el centro del círculo, es, pues, frecuente el caso de tener que hallar este centro.

Tómese sobre la circunferencia tres puntos tales como A, B i C, i tírense las cuerdas AB, i BC; sobre el punto medio *d* i *c*, de dichas cuerdas, levántense las perpendiculares *ff*, *gg;* el punto H en que se cortan estas perpendiculares, será el centro del círculo, i la linea HA el radio de la circunferencia.

138. *Hacer pasar una circunferencia o un arco de círculo, por tres puntos dados que no estén en línea recta.*

Sean A, B, C, fig. 140, los tres puntos dados; tírense las rectas AB, BC, en cuyo medio se levantarán las perpendiculares *dd, ee;* el punto de interseccion F de las perpendiculares será el centro de la circunferencia que ha de pasar por los tres puntos dados.

139. *Trazar una circunferencia de círculo sin valerse del centro.*

Supongamos que se tenga el diámetro AB, fig. 141, de una circunferencia, pero que no sea posible valerse del centro ya sea para fijar la punta de un compas, o de un piquete. Desde el punto A tírense a arbitrio las Ac, Ac. . . . A*f* ; desde el punto B bájense sobre estas rectas las perpendiculares Be, Bc. . . . B*f;* los puntos de interseccion E, C. . . . . F, de ámbos sistemas de lineas, serán otros tantos puntos de la circunferencia del círculo, i bastará para trazarlo, hacer pasar por todos ellos una curva. Parece escusado advertir que será tanto mas fácil el trazado cuantos mas puntos se hayan determinado por este medio.

Tambien se puede trazar esta curva por un movimiento contínuo, valiendose del método siguiente.

Fíjense dos clavos o piquetes en los puntos A i B, tómese una escuadra GHY, i fíjese en el vértice A del ángulo recto, un lapiz o punzon; hágase mover el punto H, de modo que los lados de la escuadra pasen constantemente por los puntos A i B; este movimiento orijinará una semicircunferencia de círculo; para describir la otra, trastórnese el ángulo recto de la escuadra a la parte opuesta del diámetro, i opérese del mismo modo. Por este procedimiento es obtendrá una circunferencia de círculo tan perfecta como si se hubiera descripto con el compás.

DE LA OJIVA.

140. Se llama *Ojiva* una curva ABC, fig. 142, cuyas ramas simétricas están formadas por dos arcos de círculo. La curva ojiva fué usada casi tan solo en la época precedente al renacimiento de las artes, se halla en los monumentos góticos, a quienes caracteriza especialmente.

141. *Dibujar una ojiva*, fig. 142.

Trácese la abertura AB de la ojiva, i por el punto medio C de AB, levántese una perpendicular, sobre la que se marcará la altura CD; tírense las rectas AD, DB, en cuyo medio se levantarán las perpendiculares *ee*, *ff*, que corten a la AB en los puntos E i F. Estos puntos serán los centros de los arcos simétricos de la ojiva.

DE LA ELIPSE.

142. *La elipse* es una curva aplanada que encierra un espacio mas largo que ancho (se halla frecuentemente en los monumentos de la época llamada del renacimiento de las artes). En toda elipse, fig. 143, la línea AB, que es la mayor que se puede tirar en el interior de la curva, contiene dos puntos F, F' situados a igual distancia de los puntos A i B, i tales que si se tira desde cada uno de ellos una línea a un punto cualquiera C de la curva, la suma de las líneas FC, F'C será igual a la línea AB. La línea AB es el eje mayor, la CD perpendicular en el punto medio de la AB, es el eje menor, i los puntos FF' son los focos de la elipse.

143. *Trazar una elipse por un movimiento continuo* (óvalo del jardinero).

Trácese el eje mayor AB, fig. 143, i el menor CD; tómese la mitad AE del mayor, i con el radio AE haciendo centro en el estremo C del eje menor, descríbase un arco de círculo. Los puntos de interseccion FF' del eje mayor con el arco descripto, determinarán los focos de la elipse. Fíjense despues en los puntos F i F' los estremos de una cuerda delgada que tenga la menor elasticidad posible i cuya lonjitud sea igual al eje mayor AB. Colóquese en el punto C un lápiz o punzon en contacto con la cuerda i que la mantenga tirante; en esta disposicion, hágase despues resbalar dicho lápiz o punzon, siguiendo las inflexiones de la cuerda, i partiendo del punto C; este movimiento orijinará al pasar por los puntos A, D, B, hasta volver al punto C la elipse pedida.

144. *Trazar una elipse por puntos*, fig. 143.

Trácese el eje mayor AB, i el menor CD, i determínense los focos F, F' como en la figura anterior. Trácese despues con un radio menor que FB i haciendo centro en F el arco de círculo *gh*. Llévese este radio sobre el eje mayor desde A hasta *j*; tómese la diferencia B*j* del radio i del eje mayor, i haciendo centro en el punto F' con el radio B*j*, trácese un arco de círculo que corte al primero en el punto F, i éste será uno de los puntos de la elipse; por el mismo procedimiento se determinarán los puntos L, M, N.... R. La curva que pase por todos estos puntos será la elipse que nos proponiamos determinar.

DEL OVALO.

145. La dificultad de trazar elipses de un modo exacto a causa de la elasticidad de los cordeles, principalmente cuando se ofrecen determinarlas en grandes dimensiones, ha hecho imajinar varias construcciones que permiten describir con el auxilio del compás curvas que no se diferencian sensiblemente de las elipses.

Estas curvas toman el nombre de óvalos.

146. *Trazar un óvalo, dado su eje mayor* AB, fig. 144.

Divídase la AB en tres partes iguales en los puntos C i D: fórmense los dos triángulos equiláteros CED, CFD, que tienen la base comun CD, i cuyos lados EC, ED, FC, FD, se prolongarán indefinidamente. Desde los puntos C i D, con un radio igual a AC o B,D descríbanse los arcos de círculo GAH, YBJ, comprendidos entre las prolongaciones de los lados de dichos triángulos. Llévese despues sucesivamente la punta del compás a los puntos E, F, i con un radio igual a EG o EJ, trácense los arcos del círculo GY, HJ que terminarán el contorno del óvalo.

147. *Trazar un óvalo en que se nos dan dos ejes*, fig. 145.

Trácense los dos ejes AB, CD, que se corten en el punto E. Desde este punto como centro i con un radio igual a la mitad del eje mayor AB, descríbase el arco de círculo o cuadrante BFG. Llévese el radio EB desde el punto B hasta F, i tírense las rectas BF, EF, i FG. Por el punto C, trese una paralela a la FG, que corte a la BF en el punto H, por este punto tírese H*s* paralela a EF, i que corte al eje mayor en el punto Y, i al eje menor prolongado, en el punto J. Márquense sobre AB la distancia EY desde E hasta Y', i sobre CD la distancia EJ' desde E hasta J' los cuatro puntos JJ' YY' serán los cuatro centros del óvalo. Para trazar éste, tírense las rectas J'Y, JY', J'Y', JY', que se prolongarán indefinidamente. Desde los puntos Y', Y como centros i con el radio YB descríbanse los arcos de círculo comprendidos entre las prolongaciones de las rectas J'Y, JY, J'Y', i JY', trasládese en seguida la punta del compas a los puntos J i J' i con el radio JC, descríbanse los dos arcos de círculo comprendidos entre las prolongaciones de las mismas rectas. Si la operacion ha estado bien ejecutada estos cuatro arcos de círculo deberán encontrarse en los puntos *h*, *l*, *m*, H i determinarán una curva contínua i sin irregularidades.

Solucion teórica. Lo primero que se hace, es hacer centro en el punto donde se cortan los dos ejes; con un radio igual a la mitad del eje mayor se describe un cuadrante, comprendido entre una parte del eje mayor i del menor; se hace centro en un estremo del eje mayor, i con el mismo radio se describe un arco de círculo que corte al cuadrante en un punto, por este punto se tiran tres rectas, la primera por este punto i el estremo del eje mayor, la segunda por este mismo punto, i el punto de interseccion de los dos ejes; i la tercera por este mismo punto, i el punto donde cortó el cuadrante al eje menor prolongado: a esta última recta se le tira una paralela, por el punto estremo del eje menor mas inmediato que se encuentre de esta línea; esta paralela encuentra a la recta que se tiró por el punto de donde salieron tres rectas i el estremo del eje mayor: por este punto de encuentro se tira otra paralela a la recta que se tiró por la interseccion de los dos ejes, i el punto de donde salieron tres rectas. Esta paralela corta al eje mayor en un punto, i al eje menor prolongado, si es necesario, en otro punto; se señala a la otra parte del eje mayor la distancia que hai desde el punto donde se cortan los dos ejes, al punto donde cortó la última paralela a este mismo eje: i sobre la otra parte del eje menor, la distancia que hai desde el mismo punto de interseccion de los dos ejes, al punto donde cortó la última paralela a este mismo eje; i de este modo tenemos dos puntos sobre el eje mayor, i dos sobre el menor, que son los cuatro centros que sirven para describir los cuatro arcos de círculo que darán el contorno del óvalo. Estos puntos se unen de dos en dos por rectas indefinidas. Haciendo despues centro en los puntos que se hallan sobre el eje mayor con la distancia que hai desde cada uno de estos puntos, al estremo mas inmediato que haya de este eje, se describen dos arcos de círculo comprendidos entre las prolongaciones de las rectas; i despues haciendo centro en los puntos que se hallan sobre el eje menor, con un radio igual a la distancia que hai desde este punto a uno de los puntos donde cortaron los arcos de círculo a las prolongaciones de las rectas, se describen otros dos arcos de círculo que darán con los primeros el contorno del óvalo.

Por esta construccion se consigue un óvalo que se aproxima sensiblemente a la elipse.

DEL OVOIDE.

148. Se dá el nombre de *Ovoide* a una curva cuya forma se aproxima a la del huevo, fig. 146.

149. *Dibujar un ovoide en que se dá el eje menor* AB, fig. 146. Sobre el punto F medio de la AB, levántese una perpendicular *cd*, i haciendo centro en F, con un radio igual a AF o BF, trácese una circunferencia de círculo. Por el punto G en que esta circunferencia corte a la perpendicular *cd*, i por los puntos A i B, tírense las líneas AG, BG que se prolongarán indefinidamente; desde los puntos A i B como centros, con un radio igual a AB, descríbanse dos arcos de círculo AH, BY, comprendidos entre las prolongaciones de BG i de AG. Trasládese finalmente la punta del compás al punto G i con el radio GH trácese el arco de círculo YH que terminará el ovoide.

DE LA CURVA UNDULOSA.

150. La *curva undulosa*, fig. 147, es la que segun lo indica su nombre, se asemeja en sus inflexiones a los de las ondas.

151. *Dibujar una curva undulosa* fig. 147.

Desde el punto A, trácese el arco de círculo BC; tírese el radio AC que se prolongará indefinidamente. Llévese la magnitud AC desde C hasta D, i desde este punto como centro, descríbase el arco de círculo CE. La curva undulosa BCE tiene sus undulaciones iguales; pero sucede con frecuencia el tener que trazar algunas cuyas undulaciones son desiguales, tal como la curva BCF en la cual el arco CF se ha descripto con un radio menor que el arco BC.

En jeneral, en toda curva undulosa, el punto de union o *nudo* C de las dos curvas opuestas, debe hallarse sobre la línea que une los dos centros.

DE LA ESPIRAL.

152. Se llama *espiral* o *voluta* a una curva, fig. 148, cuyos puntos se aproximan insensiblemente de un punto C situado en el interior de la curva. La línea AB, que pasa por este punto, i que mide la mayor distancia comprendida entre dos puntos de la curva, se llama *altura (cathete).*

La concha conocida con el nombre de *Cuerno de Amon*, presenta la mas perfecta semejanza con esta curva.

153. *Dibujar una espiral dada su altura* AB, fig. 148.

Divídase la altura a AB en ocho partes iguales. Tómense desde el punto A, cuatro de estas partes, i trácese desde el punto C como centro con un radio igual a la mitad de la quinta division una circunferencia de círculo que se llama *ojo* de la voluta. Inscríbase en esta circunferencia el cuadrado *d e f g*, i divídase cada uno de sus lados en dos partes iguales en los puntos 1, 2, 3, 4 que seran los centros de los cuatro arcos de círculo AH, HY, YJ, JK, que forman la primera curva o *revolucion*; para determinar ésta, tírense por los puntos 1, 3 las rectas 11', 33' paralelas a la altura, i por los puntos 2 i 4 las rectas 22', 44', perpendiculares a esta linea. Colóquese la punta del compas en el punto 1, i con un radio igual 1 A, descríbase un arco de círculo que corte a la recta 22' en el punto H. Trasládese el compas al punto 2, i con el radio 2 H descríbase otro arco de círculo que corte a la recta 33' en el punto Y; ejecútese lo mismo en los puntos 3 i 4 i se tendrá descripto el arco AHIJ; para describir la segunda curva o revolucion, tírense en el cuadrado *d e f g* las rectas 13, 24. Divídase la mitad 1 C, 3 C.... 4 C en dos partes iguales en los puntos 5, 6, 7, 8, que seran los centros de los arcos KL, LM, MN, NO, de la segunda curva, que se describirá del mismo modo que la primera.

Este segundo arco se liga o une con una circunferencia de círculo, descripta con el radio CO.—Pero se podria para ejercitarse, i en una figura mayor, trazar la tercera revolucion que se liga con el ojo de la voluta, dividiendo C1. C2. . . . C4 en tres partes; se obtendrán de este modo doce puntos que serian los respectivos centros de los doce arcos de círculo que forman la espiral. Para evitar en el trazado las irregularidades, debe siempre verificarse la union de los arcos en la línea que pasa por dos puntos sucesivos, tales como los 4, 5, 7 i 8, etc.

CAPITULO SEGUNDO.

APLICACIONES DE LA LINEA CURVA A LAS FIGURAS CURVILINEAS I A LAS FIGURAS MIXTILINEAS.

154. *Dibujar un rosario*, fig. 149.

El rosario es una clase de adorno mui sencillo que toma su nombre por la semejanza que tiene con el rosario que usan los cristianos. Se compone de circunferencias de círculo alternado con rectángulos, cuyos estremos están redondeados. Las circunferencias de círculo se llaman *cuentas* i las rectángulas redondeadas *olivas*. — Trazado el eje AA, se señalan a distancias iguales los puntos B, que son los centros de las circunferencias; márquense de cada lado del punto B los puntos *c* a una distancia igual a la del diámetro de las circunferencias; tírense las perpendiculares *dd* i descríbanse las semi-circunferencias EFG; se terminará la figura tirando las rectas EE, GG, que serán paralelas a la línea o eje AA.

155. *Dibujar el escudo*, fig 150.

Los escudos traen su orijen de los broqueles que se usaban en la edad media, servian para inscribir las armas o blasones de las familias nobles.

Tírese la línea AA igual a la anchura del escudo, i en el punto B una perpendicular sobre la que se marcará la altura CC; únanse los puntos A i C por medio de rectas, en cuya medianía se levantarán las perpendiculares *dd*; los puntos E en que estos cortan a la línea AA prolongada, son los centros del arco AC; las curvas superiores del escudo se determinan construyendo los triángulos equiláteros CAF; i los puntos F serán los centros de los arcos AC.

156. *Dibujar una estrella curvilínea de seis puntas* fig. 151.

Desde el punto A como centro, descríbase la circunferencia de círculo; colóquese seis veces el radio sobre dicha circunferencia en los puntos B, C. . . . . . G, i desde cada uno de estos puntos como centro, con el radio AB, descríbanse los arcos de círculo GAC, BAD. . . . BAF que deben reunirse de dos en dos en los puntos A, B . . . G. Para construir los triángulos curvilíneos HYJ, descríbase desde el punto A, una circunferencia interior o concéntrica, sobre la que se apoyará uno de los lados de cada triángulo; agréguese al radio A B, la distancia comprendida entre las dos circunferencias concéntricas, i con este radio haciendo centro en los puntos B, C.... G, descríbanse los arcos de círculo que forman los otros dos lados de los triángulos.

Nota.—Al describir las circunferencias de círculo que forman los triángulos sombreados i que tienen su centro comun en el punto A, se colocará en el medio de la figura un pedacito de talco, en cuyo centro se hará una picadurita, se fijará la punta del compás sobre este centro que ha de corresponder al punto A, evitando por este medio el agujerear el papel i por consiguiente la dificultad de mantener la punta del compás fija en el mismo centro.

157. *Dibujar el roseton* llamado *Patera*, fig. 152.

Descríbanse las circunferencias concéntricas que determinan el *listelo* i las del centro que forman *boton*. Divídase la segunda circunferencia en doce partes iguales, como lo indica la figura, i tírense los radios que rematarán en el boton. Para dibujar las escotaduras tales como la *bdc*, constrúyase el triángulo equilátero *cab* en que *a* es el centro del arco *bde*. Trácese despues haciendo centro en A, i con el radio A*a*, una circunferencia de círculo; bastará para trazar las demas escotaduras, tomar una abertura de compás igual a *ab* i describir con ella arcos de círculo, colocando sucesivamente una de las puntas del compas sobre los puntos de division i la otra sobre la circunferencia descripta con el radio A*a*.

158. *Dibujar el roseton*, fig. 153.

Se principia por trazar el listelo i el boton; divídase la circunferencia interior del listelo en catorce partes, i tírense por los puntos de division los radios AB; tírese despues el radio CB a igual distancia de los dos radios contiguos AB, búsquese por tanteo sobre uno de estos radios el centro D, de una circunferencia de círculo que pase por el punto A i a la que sea tanjente la recta CB; descríbase despues una circunferencia de círculo con el radio BD, i su interseccion con los radios AB determinará los centros de los demas semi-círculos, las rectas DE.

159. *Dibujar un roseton figurado con hojas de laurel*, fig. 154.

Este roseton rodeado de un listelo, se compone de dos líneas de hojas i de un boton con seis pétalos.

Despues de trazado el listelo i la circunferencia en que se halla inscripto el boton, divídase la circunferencia interior del listelo en doce partes iguales, i tírense los radios AB. Estos radios forman el medio de las hojas cuyas bases *cc*, seran iguales a la sesta parte de la circunferencia circunscrita al boton. Para dibujar los contornos de las hojas, descríbase una circunferencia con el radio AC, señálense a cada lado de los puntos *e* intersecciones de esta circunferencia con los radios AB, los puntos *ff*, i trácense las curvas B*fc*. Los puntos *k* de interseccion de las curvas de la primera línea de hojas con las de la segunda línea, deben hallarse sobre una misma circunferencia. El boton se dibujará como se indicó en la fig. 153. § 158.

160. *Dibujar el compartimiento*, fig. 155.

Este compartimiento se usa con frecuencia en los pavimentos, se compone de círculos i rombos curvilíneos. La única dificultad que presenta esta figura, consiste en dividir con exactitud los centros de las diferentes circunferencias, i en conservar siempre el mismo radio. Se principia por trazar las circunferencias, i se dibujan en seguida los rombos formados por las intersecciones de los arcos de círculo descriptos desde cada uno de los cuatro centros i con el mismo radio.

161. *Dibujar el compartimiento*, fig. 156.

Este compartimiento se compone de círculos tanjentes los unos a los otros i dispuestos en líneas paralelas.

Trácese el rectángulo ABCD, divídase el lado AB, en 10 partes iguales en los puntos *b*, i haciendo centro en ellos con el radio A*b*, descríbanse circunferencias que corten a los lados del rectángulo: constrúyase despues el ángulo equilátero A*bc* cuyo lado es A*b*; la altura de este triángulo determinará la distancia que debe mediar entre las paralelas *dd*; la interseccion de estas con las rectas *bb* determinarán los centros *c*, *c*, *c*, *c*, de las circunferencias descriptas en cada línea o ringlera i que forman entre sí los triangulos curvilíneos. Se terminará la figura trazando las circunferencias interiores.

162. *Dibujar las dos barandas*, fig. 157 i 158.

La baranda fig. 157 se compone de largueros o barrotes superados de ojivas entre las cuales se apoyan unos círculos.

En el balcon fig. 158, los barrotes terminan en círculos que se enlazan entre sí.

Las lineas de puntos, i el órden de las letras indican el modo de ejecutar estas dos figuras. Observaremos únicamente que las líneas rectas deben tirarse despues de trazadas todas las líneas curvas.

163. *Dibujar una orladura trebolda*, fig. 159.

Las líneas de puntos i la disposicion de las letras manifiestan suficientemente el modo de operar.

164. "Dibujar la fig. 160."

Esta figura se emplea con frecuencia en la composicion de enrejados para jardines; se ejecutan con varillas de madera a las que se les dá la forma i curvatura conveniente segun se manifiestan en la figura; algunas se internan en el suelo, otras se atan con alambres al atravesaño superior; algunas varillas verticales que atraviesan las curvas dan mayor firmeza a esta composicion. Todas las curvas son arcos de círculo cuyos centros son los puntos A i B. Debe atenderse al entintar esta figura a manifestar que las curvas pasan alternativamente las unas por debajo de las otras.

165. *Dibujar el artesonado*, fig. 161.

166. *Dibujar un roseton taraceado o embutido*, fig. 162.

167. *Dibujar el roseton*, fig. 163.

Descríbanse las dos circunferencias concéntricas ADGJ, *adgj;* divídase la primera en doce partes iguales en los puntos A,B,C..... L, i tírense los radios AM, BM, CM. . . . . LM, que dividirán a la segunda en la misma relacion, en los puntos *a*, *b*, *c*. . . . *l;* tiradas las rectas *a*C, *b*D, *c*E. . . . . *l*B, constrúyase sobre una de ellas, A*k*, por ejemplo, el triángulo isósceles A*kn*, i desde el punto *n* como centro, con el radio A*n*, descríbase el arco de círculo cuya cuerda es A*k;* constrúyase del mismo modo el punto *o*, centro del arco L*pq*, i hágase pasar por cada uno de los puntos *n* i *o* una circunferencia de círculo sobre la que han de hallarse los centros de los demas arcos que se describirán segun se esplicó en la fig. 152. § 157.

168. *Dibujar el balcon*, fig. 164.

Para la ejecucion de esta figura, cuya sencillez produce buen efecto, se seguirá el órden alfabético de las letras.

169. *Dibujar la fig.* 165.

Esta figura es conveniente para el dibujo de ciertas orladuras, se compone únicamente de arcos de círculo. Las intersecciones de los arcos descriptos desde los puntos *a* como centros, dan en *b* los centros de las arcos *c e c*.

170. *Dibujar el compartimiento*, fig. 166.

Este compartimiento conviene igualmente a los mosaicos i a los embutidos.

Descríbase la banda circular que forma el marco, i tambien las circunferencias concéntricas ABCD, EFGH; divídase la circunferencia interior del marco en veinte partes, i desde cada uno de los puntos de division i con un radio igual a la cuerda YY que subtende cuatro de estas divisiones, trácense los arcos de círculo YJ partiendo del punto Y hácia la derecha; trácense despues con el mismo radio otros arcos partiendo siempre del mismo punto, pero hácia la izquierda, i la porcion de círculo comprendida entre el marco i la circunferencia ABCD, se hallará de este modo descompuesta en cuadriláteros curvilíneos, cuyas diagonales disminuirán a medida que se aproximen al centro; para que el trazado de esta figura sea exacto, es necesario que los vértices de los ángulos de una misma línea circular se hallen todos sobre la misma circunferencia *k l m n*, i que los de la misma línea, que se dirijen al centro, insistan sobre un mismo radio YA.

171. *Dibujar una* T, fig. 167, 168, 169.

172. *Dibujar un tablero figurando escamas*, fig. 170.

173. *Dibujar el compartimiento*, fig. 171.

174. *Dibujar una* D *adornada*, fig. 172.

175. *Dibujar un roseton gótico*, fig. 173.

Este roseton es una imitacion de los que se ven en las vidrieras de las iglesias góticas, i que producen un efecto tan maravilloso por el brillo de los colores de sus vidrios pintados. En una cuarta parte de la figura se hallan indicadas las líneas de operacion.

176. *Dibujar los mosaicos*, fig. 174 i 175.

Estos mosaicos no son mas que combinaciones de circunferencias.

arcos de círculo i líneas rectas. Su dificultad solo consiste en la exactitud con que deben trazarse las diferentes partes.

177. *Dibujar el cordon*, fig. 176.

1.° *Trazado por arcos de círculo.*

Trácense las líneas *aa* i equidistante la paralela *bb*; tómense sobre *bb* intérvalos iguales, i por los puntos de division c tírense las oblicuas *dd* en cuyos estremos se tirarán las líneas *de*, *d'e'*, *d''e''*, perpendiculares a la *bb*.

Hecho esto, levántese en el medio de la *cd* una perpendicular que corte a la línea *de* en el punto *f*, i tírese la *cf*, que se prolongará hasta que encuentre a la recta *d''e''* en el punto *f'*. Los puntos *f* i *f'* serán los centros de los arcos de círculo *gdgc*, *cgd''g*. Los centros de los arcos de círculo que forman todas las curvas undulosas, i sus puntos de encuentro o nudos, deben hallarse sobre la recta *bb* i sobre sus paralelas tiradas por los puntos *f* i *f'*.

2.° *Trazado por puntos.*

Tírense las rectas *aa*, la paralela *bb*, i las oblícuas *dd*, cuyas intersecciones con *bb* darán en *c* los nudos de la curva undulosa; tómese la distancia *gh* desde los puntos *g* a las rectas *aa* i a esta distancia trácense las rectas *ii*, sobre las cuales bajando desde los puntos *h* tomados sobre *aa* igual distancia de los puntos *d*, perpendiculares, se obtendrán los puntos *g*; para terminar solo faltará dibujar a pulso las curvas *gdgcgdg*.

178. *Dibujar el artesonado*, fig. 177.

Tírese la recta *aa* i las perpendiculares *bb*, *cc*, equidistantes, que la cortan en los puntos *e i f*; estos puntos serán los centros de las diferentes circunferencias que forman el artesonado. La única dificultad de esta figura consiste en evitar las irregularidades que pueden resultar al unir las circunferencias descriptas con radios diferentes.

179. *Dibujar un artesonado gótico*, fig. 178.

180. *Dibujar el artesonado*, fig. 179.

1.° *Trazado por arcos de círculo.*

Tírense las paralelas A A, la *bb* equidistante, i las perpendiculares *cc'*, *dd'*, *ee'*, a distancias iguales que corten a la recta *bb* en los puntos C, centros de las circunferencias DEFG; tírese la recta D*d'* que corte a la *bb* en el punto *h*; en el medio de la *hd'* levántese una perpendicular *ii*, i por el punto de encuentro Y con *dd'* tírese Y*h* que se prolongará hasta su interseccion K con *cc'*. Los puntos K e Y, serán los centros de los arcos de círculo que forman la curva undulosa *ldhd'm*. Llévese CY sobre *cc'* desde C hasta Y' i CK sobre *dd'* desde C hasta K'. Los puntos Y' i K' serán los centros de la otra curva *n c o p*; la línea que forma el listelo se traza con los mismos centros.

2.° *Trazado por puntos.*

Se trazarán todas las líneas de puntos segun lo manifiesta la parte *de' ed'* de la figura, i sus puntos de interseccion servirán para dibujar las curvas undulosas.

181. *Dibujar el roseton*, fig. 180.

Constrúyase el cuadrado ABCD, tírense las diagonales AC, BD, i las rectas EF, HG, que pasan por los puntos medios de los lados del cuadrado. Desde el punto Y, interseccion de las dos diagonales, como centro, descríbase la circunferencia que forma el centro del roseton, i que corta a las rectas EF, GH, en los puntos J, K, L, M, tírese la BJ, constrúyase el triángulo isóceles BOJ, i levántese en el punto medio del lado JO una perpendicular. El punto de encuentro P de esta perpendicular con la diagonal BD, será el centro del arco JO. Se obtendrá el centro del arco BO, tirando por los puntos O i P la recta indefinida P*r*, i buscando sobre esta recta un punto S equidistante de O y de B; de este modo se tendrá dibujada la curva undulosa JOB. Las hojas pequeñas se forman describiendo arcos de círculo que se corten de dos en dos en los puntos E, F, G, H, i cuyos centros T se hallarán sobre los lados del cuadrado PUVY. Tambien se pueden dibujar por puntos las hojas de este roseton como se manifiesta en la hoja JMA.

182. ***Dibujar el roseton***, fig. 181.

Divídase la circunferencia descripta desde el punto *a* como centro, en ocho partes iguales, en los puntos A, B..... H, i tírense los radios A*a*, B*a*..... H*a*; trácense despues cada una de las hojas formadas por las dos curvas undulosas que se cortan en el centro *a* de la circunferencia i en el punto *b*, cuyos centros son, para la menor, los puntos Y, J, i para la mayor, los puntos K, L. Estos diferentes centros deben hallarse para las demas curvas sobre circunferencias descriptas desde el punto *a* i que ha de pasar por los puntos Y, J, K, L.

183. ***Dibujar un compartimiento gótico***, fig. 182.

Despues de tirada la línea AA i la perpendicular BB, constrúyanse los dos triángulos isóceles CED, FEG, en los cuales, C, G, D, F, serán los centros de los arcos de círculo que forman las curvas undulosas *h i j*, i el punto E el centro del roseton. Tómese sobre la línea AA a cada lado del punto B un punto K, levántese en éste una paralela a la BB, i llévese sobre esta paralela la altura KL de las dos ojivas, que se describirán desde los puntos M como centros i con el rádio MN. Trácense despues con los mismos centros las curvas que forman los diferentes claros, i se terminará la figura dibujando el interior del roseton i de las ojivas, segun lo indican las líneas de puntos.

184. ***Dibujar una* P *gótica***, fig 183.

185. ***Dibujar una* F *gótica***, fig. 184.

186. ***Dibujar el mosáico***, fig. 185.

Este mosáico se compone de círculos. *Entre-lizos*, i cuadrados curvilíneos.

Esta figura mui simple en apariencia es de difícil ejecucion. Para conseguir un resultado satisfactorio es necesario que los cuadrados formados por las líneas *aa*, *bb* paralelas a los lados AC, AB del rectángulo ABCD, sean perfectamente iguales. Los puntos C de interseccion de estas paralelas son los centros de las circunferencias completas i de los arcos de círculo que forman los entre-lizos (entrelace).

187. *Dibujar la orladura*, fig. 186.

Esta orladura compuesta de cierta clase de hojas, entre las cuales se hallan colocados unos *dardos*, se ejecutará atendiendo a las líneas de puntos i a las letras.

188. *Dibujar la orladura*, fig. 187.

189. *Dibujar el artesonado*, fig. 188.

Este artesonado se traza como el de la fig. 178. § 179, con la sola diferencia de que éste se compone de un listelo, i el otro está formado con un simple perfil.

190. *Dibujar el artesonado*, fig. 189.

Las curvas deben trazarse a pulso; se tomarán los puntos necesarios sobre las paralelas *aa*, *bb* . . . . . *ii*, marcándo sus distancias respectivas de las perpendiculares A A.

191. *Dibujar una* C *adornada*, fig. 190.

192. *Dibujar una* R *adornada*, fig. 191.

193. *Dibujar el roseton*, fig. 192.

Desde el punto A como centro, descríbase el listelo que circula al roseton i tambien la circunferencia *bcd*, tírense las rectas BC, DE perpendiculares entre sí i que dividen a las circunferencias en cuatro partes iguales. Constrúyase sobre cada una de las cuerdas *bc*, *ec* . . . . . *db*, un triángulo igual al triángulo *bef* que tiene uno de sus vértices sobre la circunferencia interior del listelo, i por el punto medio de los arcos *be* . . . . . *de* i el vértice del ángulo opuesto, tírese una línea tal como la *fg*. Las rectas *bf*, *fg*, *ef* servirán para dibujar las curvas, como se indicó § 129. Se dibujarán despues las hojas pequeñas colocadas sobre las líneas BC, DE, terminando la figura por el boton del centro.

194. *Dibujar el mosáico*, fig. 193.

195. *Dibujar cuatro clases de entre-lizos dobles*, fig. 194, 195, 196, 197.

Los tres primeros entre-lizos pueden trazarse con el compás. En la figura 194 las circunferencias son concéntricas.

En la figura 195 los centros de las circunferencias en ámbos entre-lizos, se hallan sobre las mismas perpendiculares *bb* a la línea AA del medio.

En la fig. 196 los centros se hallan alternados i son los vértices de los ángulos de los triángulos equiláteros; en cuanto a la fig. 197, todas sus curvas deben trazarse a pulso.

196. *Dibujar una* E *adornada*, fig. 198.

Las partes de esta letra situadas encima i debajo de la línea AB son simétricas; para su trazado observarémos lo que se explicó anteriormente.

197. *Dibujar una* U *sombreada*, fig. 199.

198. *Dibujar el floron*, fig. 200.

En esta figura las curvas se dibujan por puntos, excepto la parte inferior que puede trazarse por medio de una semi-circunferencia de círculo descripta desde el punto *a* como centro; las hojas del collarin que sirve de base al floron, deben ser todas tanjentes al arco de círculo, cuyo centro se halla en el punto *b*.

199. *Dibujar un floron mas adornado*, fig. 201.

Se dibujarán los detalles de las hojas, despues de trazado el cuerpo del floron comprendido entre les líneas curvas *abc*, *ade*; estas curvas se obtendrán reproduciendo exactamente las líneas i puntos marcados en la figura.

200. *Dibujar una concha*, fig 202.

Esta concha que se emplea a menudo en las composiciones de ornato, la llevaban los peregrinos, prendida en sus vestidos.

Tírense las líneas rectas *aa*, *bb* perpendiculares entre sí i que se corten en el punto C. Llévese la distancia C*d* sobre la *bb* de cada lado del punto C. Constrúyase el triángulo *de* C i dibújense las curvas simétricas *dfe*, cuyos nudos se verificarán en los puntos *f* i los centros de los arcos que las forman en el punto *h* i en la interseccion de las líneas *dihf* prolongadas suficientemente; por el punto medio *j*, de los arcos que subtenden las cuerdas *df*, tírese una recta *jj* que será paralela a *bb*, i que corte la *aa* en el punto *k*; desde los puntos C, *k*, *e*, como centros, i con los rádios C*d*, *kj*, *ef*, trácense las semi-circunferencias *dld*, *jmj*, i el arco de círculo *fuf*, divídase cada una de estas tres curvas en tres partes iguales; cada una de las curvas que forman las estrías de la concha pasará por tres de los puntos de division correspondientes, es decir, que la primera curva de la izquierda pasará por los puntos 1, 1', 1'', la segunda curva por los puntos 2, 2', 2'', i así succesivamente: se dibujará en seguida la curva undulosa que pasa por los doce puntos de division de la circunferencia *dld* i tambien la parte inferior de la concha que figura su charnela.

201. *Dibujar un tablero con su marco*, fig. 203.

En esta figura se han reunido algunas de las anteriores. El marco con sus ángulos redondeados, terminan en figura espiral i sostienen una *Palmilla* (Palmette); en el interior del marco se hallan inscriptas una B, una S i una O. Se han indicado en la mitad de la figura, las líneas necesarias de operacion. Se observará que el trazado de la palmilla es semejante al de la concha § 200 con la diferencia que dos de las curvas que sirven para las divisiones de las hojas de la palmilla son ojivas, cuyos centros se hallan en los puntos *a* i *b*

202. *Dibujar los entre-lizos* fig. 204.

Este entre-lizos, que se emplea frecuentemente en la composicion de los balcones, se compone de óvalos que se ligan con circunferencias de círculo; los óvalos, como lo indica la figura, se describen segun el método del § 146; es mui difícil trazar esta figura de un modo correcto.

203. *Dibujar la figura*, 205.

Esta figura, compuesta de combinaciones de curvas undulosas i espirales, se adorna con follajes i florones, tambien se suele mezclar con animales, flores i figuras fantásticas. Esta clase de adorno forma la parte principal de las pinturas que se llaman *arabescos*, en la figura 205, las dos curvas espirales figurando una S sustentan un medallon.

Para dibujar esta figura, se principia por trazar una línea curva que determine su movimiento, se adaptan despues a esta línea las hojas i demas adornos, dándoles la disposicion que parezca mas armoniosa. Tírese una línea indefinida *aa* en la que se marcarán en B i *b* los centros de las dos espirales; trácese la altura CD de la mayor espiral, perpendicularmente a la línea *aa*, i tírese por el punto *b* otra perpendicular a la misma línea, llévese sobre la última perpendicular desde el punto *b* al punto *c* la distancia BD del centro del ojo de la espiral mayor al estremo inferior de la BD; divídase *bc* en nueve partes iguales i tómense sobre la prolongacion de *bc* siete de estas partes desde *b* hasta *d*; *cd* será la altura de la espiral menor.

Descriptas las dos espirales, como se indicó § 153, prolónguense los rádios E*i*', *ei* del primer contorno de las dos espirales paralelas a las alturas, i tírese la línea E*e* que corta a la *aa* en el punto F; levántese una perpendicular en el medio de cada una de las partes EF, *e*F de la línea E*e*; los puntos de interseccion G, *g* de estas perpendiculares i de las prolongaciones de los rádios E*i*. *ei* serán los centros de los arcos de círculo que forman la curva undulosa EF*e*. Se indicarán despues sobre estas diferentes curvas los adornos que manifiestan la figura; respecto a las pequeñas curvas espirales superiores cuya raiz sale de uno de los florones de las curvas principales, se pueden trazar por puntos sirviendo de guia las líneas de puntos de la figura. Se terminará por el medallon i cifra que encierra.

204. *Dibujar el adorno*, fig. 206.

Este adorno compuesto de un roseton de cuatro hojas entre dos palmillas, es de estilo *Etrusco*. Así se llama un jénero de pintura usada por los pueblos antiguos del centro de la Italia llamada *Etruria*, de los que aun se conservan entre diversos monumentos, un gran número de jarrones i vasos notables por su forma i variedad de figuras que los adornan i realzan.

205. *Dibujar la viñeta*, fig. 207.

Se da el nombre de *viñeta* a cierta clase de dibujos que se ponen en los encabezamientos de los libros o de las pájinas: la que aquí se representa imita el dibujo de bordados, su ejecucion exije gusto, facilidad i lijereza en el pulso.

206. *Dibujar la orladura*, fig. 208.

Entran en su composicion unos radios con hojas de laurel superpuestas, entre las cuales se halla un tallo superado de la fruta del laurel.

207. *Dibujar la palmilla*, fig. 209.

Esta figura debe ejecutarse totalmente a pulso i solo con el auxilio de las líneas de operacion indicadas en la figura; se halla inscripta en una ojiva que es tanjente a cada una de las hojas que entran en su composicion.

208. *Dibujar la fig.* 210.

En esta figura solo las espirales i las circunferencias de círculo se describen con el compás; las curvas undulosas deben describirse por puntos.

209. *Dibujar un Tímpano o salterio*, fig. 211 *i una lira*, fig. 212.

El *tímpano* era un instrumento que usaban los antiguos, se componia de un bastidor con varillas de hierro o laton, sobre las cuales golpeaban con un palillo.

La *lira* era un instrumento de cuerdas con el que los poetas de la antigüedad acompañaban sus cantos.

El tímpano i la lira se emplean con frecuencia como adornos en las decoraciones que aluden al arte de la música.

210. *Dibujar la orladura*, fig. 213.

Esta orladura está compuesta de hojas de *Acanto*. El acanto es una planta, cuyas hojas gruesas i puntiagudas se hacen notables por su forma graciosa. Despues de tirada la recta *aa* i las perpendiculares *bb* a distancias iguales, descríbanse dos arcos de círculo *cb* que darán la forma de la hoja; señálense los puntos *e, f*, llamados *ojos* que deben hallarse sobre las paralelas a la linea *aa*; tírense despues otras paralelas tales como las *gg*, *hh*, *ii*, cuyas intersecciones con los arcos de círculo *cb* determinan los estremos de las hojuelas; dibújense finalmente sus detalles, i los filetes que parten de cada ojo.

211. *Dibujar la palmilla doble*, fig. 214.

Esta figura cuyas hojas tienen su estremo inferior unido a un roseton con listelo, se halla inscripta en un óvalo trazado segun el método indicado en el § 146.

212. *Dibujar una L mui adornada*, fig. 215.

213. *Dibujar una orladura Etrusca*, fig. 218.

Esta orladura se compone de florones i semi-círculos que terminan en espirales.

214. *Dibujar la figura* 216.

Se dibujan primero las curvas espirales por medio de un simple lineamento, dada a esta la forma conveniente, se trazará el tallo con sus florones i demas adornos.

215. *Dibujar la figura* 217.

Se ejecuta siguiendo las indicaciones de las líneas de puntos. La curva está formada por una línea ovalada que se une a un arco de círculo, cuyo centro se halla en uno de los rádios que han servido para trazar la curva mayor del óvalo.

216. *Dibujar la orladura etrusca*, fig. 216.

Esta orladura mui elegante deberá dibujarse en una proporcion mayor, para ejercitar el pulso en el trazado de las espirales sin valerse del compás.

217. *Dibujar los entre-lizos*, fig. 220.

Estos entre-lizos, de una composicion mui elegante, recuerdan el gusto de los adornos del siglo XV.

218. *Dibujar la viñeta etrusca*, fig. 221.

El centro de esta viñeta es un roseton de cuatro hojas, rodeado de un listelo compuesto de varios filetes, adornos lijeros i graciosos de figura espiral, i palmillas de hojas puntiagudas completan la figura.

219. *Dibujar el adorno*, 222.

Este adorno de estilo etrusco representa hojas i follajes que salen de un floron terminado por una palmilla.

220. *Dibujar una* Y *adornada*, fig. 223.

Esta Y se compone de follajes i espirales de estilo etrusco.

221. *Dibujar una* Z *adornada*, fig. 224.

El cuerpo de la Z está formado por un floron doble de cuyos estremos salen curvas espirales que terminan en follajes.

222. *Dibujar la orladura*, fig. 225.

Esta orladura presenta una aplicacion de todos los adornos que se han dibujado hasta aquí; contiene rosetones, palmillas, espirales, florones i diferentes curvas.

El ornato ofrece una variedad infinita de combinaciones, el gusto hará distinguir las que producen efectos mas agradables. El ornato es pues una parte del dibujo enteramente arbitraria; sin embargo, los tipos principales que hemos presentado i cuya forma es del todo jeométrica, bastan para dar a los alumnos una idea de esta clase de composicion, en que la simetria i regularidad de las masas habilmente disimulada con los detalles, en ninguna manera se oponen a la gracia i a lo que se llama "sentimiento del arte".

FIN DE LOS PRINCIPIOS DE DIBUJO LINEAL.