21 Feb.º 76.

30 — D

ELEMENTOS

DE

DIBUJO GEOMÉTRICO

POR

D. LUIS DE PEREDA Y LOPEZ

PROFESOR DE MATEMÁTICAS FRANCÉS

Y

DIBUJO

PARTE 1.ª

MADRID: 1876

ELEMENTOS

DE

DIBUJO GEOMÉTRICO

POR

D. LUIS DE PEREDA Y LOPEZ

PROFESOR DE MATEMÁTICAS FRANCÉS

Y

DIBUJO

PARTE 1.ª

MADRID: 1876

Luis de Pereda y Lopez

Regº al fº 263, lib 2º

DESCRIPCION

DE LOS

UTILES MAS NECESARIOS PARA LA DELINEACION.

Los instrumentos mas indispensables para la delineacion son: *un tablero, un juego de reglas, un estuche ó compás de piezas, lápiz, tinta de china, un platillo, cola de boca, una esponja y goma elástica.*

Estos instrumentos varían segun su precio, por lo que las observaciones del profesor ilustrarán al alumno mas que cualquiera esplicacion, solo si diremos que al estuche acompaña un semicírculo graduado (fig. 6.ª) del cual hablaremos mas adelante y que como veremos sirve para medir ángulos.

NOCIONES PRELIMINARES.

Núm. 1. Todo cuerpo ó volúmen ocupa en el espacio tres dimensiones conocidas con los nombres de *longitud ó largo, latitud ó ancho y profundidad ó grueso.* Si le despojamos de una de ellas por ejemplo, del grueso se convierte en lo que se llama superficie, así que por *superficie se entiende la estension que solo tiene dos dimensiones, longitud y latitud.* Si á la superficie la consideramos con una dimension sola, por ejemplo, la longitud, se convierte en una línea; y si á la línea la quitamos la única dimension que tiene, ó sea la longitud, se convierte en *punto.* No obstante

suponiendo el punto como realmente existente, puede considerarse la línea como engendrada por un punto que moviéndose en una direccion cualquiera deja señalada su huella, por lo que podemos desde luego decir que *línea en general es una série de puntos infinitamente próximos unos á otros.*

2 Dos clases completamente distintas engendra el punto en su movimiento la *línea recta, que es la que tiene todos sus puntos en una misma direccion* ó mas claro *el camino mas corto para pasar de un punto* A *á otro* B (fig. 1.ª, lámina 1.ª), y la *línea curva que es la que no tiene sus puntos en una misma direccion,* y si en distintas v. g. A C B y A D B. (fig. 2.)

3 Habiendo dos clases de línea recta y curva y siendo la superficie engendrada por la línea es claro que habrá dos clases de superficies; *superficie plana,* ó simplemente *plano, que es la que no puede ser cortada por una recta mas que en un solo punto;* y *superficie curva que es la que puede ser cortada por una línea recta en mas de un punto.* En la primera puede siempre trazarse una verdadera recta, y en la segunda no puede trazarse.

4 Segun la definicion de la línea recta podemos venir en conocimiento de sus propiedades. En primer lugar mide la verdadera distancia que hay de un punto A á otro B (fig. 1.ª.) Es por su naturaleza única en su especie, porque no pudiéndose tirar de un punto á otro mas que una sóla recta todas las demás que intentáramos trazar del punto A al punto B, se confundirian en una. Por lo cual para fijar la posicion de una línea recta son suficientes solos dos puntos. Además mientras no sea dada de magnitud una línea recta puede considerársela como indefinida, pudiendo prolongarla á derecha é izquierda cuanto nos acomode sin que por eso varíe en nada.

5 Lo que acabamos de decir de la línea recta no es igualmente aplicable á las curvas pues que siendo infinitos los caminos que hay, prescindiendo del mas corto de todos, para pasar de un punto A á otro B. (fig. 2.ª) debe por consiguiente haber infinitas curvas

6 Para trazar una línea recta A B (fig. 1.ª), despues de determinados dos de los puntos A y B por donde deba pasar, aplicaremos la regla á dichos puntos, pero de modo que queden descubiertos, y despues se pasará á lo largo del canto de la regla y por los puntos dados el lápiz ó tira-líneas cargado de tinta, cuidando de no oprimir este último contra la regla, pues de lo contrario, uniéndose las dos hojas, saldría la línea de diferentes gruesos, lo que debe tambien completamente evitarse así como debe procurarse que las líneas de lápiz y tinta sean lo mas finas posible cuidando llevar tanto el lápiz como el tira-líneas lo mas perpendicular y con la mayor suavidad sobre el papel.

Luis de Pereda y Lopez

DIFERENTES TRAZADOS DE LA LINEA RECTA.

7 Siendo el dibujo lineal una especie de escritura por medio de la cual, además de la parte práctica, se manifiestan tambien los conocimientos que esta exige de la teórica, las líneas tanto rectas como curvas, admiten varias representaciones, las cuales nos dan á conocer el órden que en las construcciones se ha seguido y la relacion que deben guardar las unas con las otras; por lo tanto no será fuera de propósito poner de manifiesto las mas generalmente admitidas, puesto que serán de las que en adelante haremos uso.

8 Las líneas marcadas con el número 1; (fig. 3.ª), representan los datos y los resultados de un problema, ó lo que es lo mismo, las líneas que para su resolucion se nos han dado como asimismo las que tratamos determinar. Estas líneas se llaman *efectivas* ó *llenas*.

9 La línea señalada con el número 2, indica las que se hallan ocultas por una superficie, y que por consiguiente deben representar se como invisibles. Estas líneas se llaman *de puntos*.

10. La trazada (núm. 3), nos manifiesta las líneas de correspondencia, ó sean las que se emplean para referir unos puntos á otros; se llaman de *trazos* ó de correspondencia.

11. Las anotadas con el núm. 4, se usan en general para todas las construcciones que deban efectuarse en la resolucion de un problema, por cuya razon reciben el nombre de *líneas de construccion*.

Estas líneas pueden tambien usarse en distintos gruesos; pero es mas conveniente para mayor exactitud trazarlas siempre lo mas delgadas posible.

12. Ultimamente, la línea señalada con el número 5, indica la interseccion de los planos de proyeccion (como veremos al tratar de las proyecciones), ó sea la línea segun la cual se cortan dichos planos. Esta línea se llama *línea de tierra*.

13 Además de las líneas indicadas, nos veremos muchas veces en la necesidad de representar tambien puntos. En este concepto, pues, el punto se representa de uno de los cuatro modos indicados en la figura, siendo de estas indicaciones las que mas se usan la 1.ª 2.ª y 3.ª por su mayor sencillez y facilidad.

14. Entre todas las curvas hasta el dia descubiertas, merece particular atencion, tanto por las propiedades de que goza cuanto por sus muchas é importantísimas aplicaciones, la *circunferencia del círculo que es una línea* A C B E D (fig. 4.ª) *reentrante en sí misma, cuyos puntos distan todos igualmente de uno,* O, *que se halla dentro y se llama centro.*

Es preciso no confundir la circunferencia de círculo con el círculo, como algunas veces suele suceder, toda vez que la circunferencia es una línea, al paso que el círculo es una superficie, pues es *el espacio comprendido dentro de esta línea.*

La parte ó porcion A C B, que es la mitad de la circunferencia, recibe el nombre de *semicircunferencia*, y el espacio comprendido entre el diámetro A B y la semicircunferencia, se llama semicírculo.

15 La porcion A C, que es la cuarta parte de la circunferencia, se llama *cuadrante*.

En general, una parte cualquiera, D E de la circunferencia, se llama *arco*.

Toda recta A O, que trazada en un círculo va desde el centro á la circunferencia, se llama *rádio del círculo*.

Segun la definicion (núm. 14) de la circunferencia, todos los rádios de un mismo círculo ó de círculos iguales, son iguales, pues que siendo (núm. 4) los que miden la verdadera distancia que hay desde el centro O á cada uno de los puntos de la circunferencia, y siendo esta distancia la misma para todos ellos, no pueden menos de ser iguales entre sí.

16. Toda recta A O B que pasando por el centro O de la circunferencia va desde un punto á otro de la curva, se llama *diámetro* y vale dos rádios.

La sola inspeccion de la figura, nos manifiesta que el diámetro es doble del rádio puesto que, como hemos visto en el número anterior, las distancias, A O y O B son iguales. Esta línea tiene además la propiedad de dividir á la circunferencia en dos partes iguales, A C B y B E D A, y por consiguiente al círculo en otras dos tambien iguales.

17, Las rectas, que como la A C van de un punto á otro de la circunferencia, se llaman *cuerdas*; por consiguiente, el diámetro es la cuerda mayor que puede tratarse en un círculo.

18. Toda cuerda D E que prolongada corta á la circunferencia, se llama *secante*, y la M N que solo la toca en un punto T se llama *tangente* (1).

19. El espacio ó porcion de círculo D E O, comprendido entre dos rádios O D y O E y un arco D E, se llama *sector circular*, y el espacio D E, comprendido entre una cuerda D E y su arco, se llama *segmento*.

20. Una de las aplicaciones de mas interés de la circunferencia de círculo, es á la medicion de los ángulos, habiéndose adoptado por unidad

(1) Esta línea tiene la propiedad de ser perpendicular al rádio que pasa por el punto de tangencia.

el cuadrante, sin duda por hallarse en él contenidos todos los diferentes valores que pueden tener los ángulos.

Con este objeto, pues, los matemáticos le han dividido, unos en 90 partes iguales que llamaron *grados*, quedando, por consiguiente, dividida la circunferencia en 360 partes iguales ó grados; cada grado le dividieron en 60 partes iguales, que llamaron *minutos*; cada minuto en 60 partes iguales, que llamaron *segundos*, y así sucesivamente. Esta division, que es la que nosotros seguimos, y empleada en casi la totalidad de la Europa, se llama *sexagesimal*.

Otros han dividido el cuadrante en 100 partes iguales ó grados, y por consiguiente, la circunferencia en 400 partes; cada grado en 100 minutos; cada minuto en 100 segundos, y así sucesivamente. Esta division, empleada por los franceses, se llama *centesimal*.

21. Para designar, matemáticamente hablando, la voz grado, se usa el signo °; para el minuto, el signo'; para el segundo, el signo'', etc., los cuales se colocan á la derecha de las cantidades un poco mas elevados. Así, pues, la espresion 8°... 4'... 5''... quiere decir: *ocho grados, cuatro minutos y cinco segundos*.

22. Para tomar ó medir un ángulo con el semicírculo graduado (fig. 6.ª), instrumento que ya dimos á conocer al principio de este tratado, trazaremos sobre un papel el ángulo B O A que intentamos medir, y colocando sobre él el semicírculo, de modo que su centro O coincida con el vértice del ángulo, y prolongando, si necesario fuere, sus lados O B y O A, veremos los grados que entre ellos se hallan comprendidos, los cuales serán justamente de los que consta dicho ángulo; por consiguiente, estando comprendido dicho ángulo entre 0° y 40°, tendrá 40°.

CIRCUNFERENCIA DEL CÍRCULO.

23. Para trazar una circunferencia de círculo (fig. 5.ª), despues de determinados el centro O y la magnitud A O que debe tener el rádio, se tomará una abertura de compás igual á dicha magnitud, y colocándo la punta fija del compás en el centro O, se le hará girar al rededor de esta punta, con lo cual la otra, que llevará el tira-líneas de lápiz ó el de tinta, describirá la circunferencia A C B E D A.

Es necesario tener cuidado al tiempo de trazar la circunferencia de no oprimir contra el papel la punta fija del compás, pues de este modo se harian agujeros, que á mas de revelar el poco cuidado del delineante y presentar muy mal aspecto en un dibujo, haria variar el centro, lo cual seria perjudicial en el caso de tener que trazar otras circunferencias concéntricas (1) con la primera, ó en el de pasar una circunferencia de tinta, despues de trazada de lápiz. Además es tambien necesario manejar el compás asiéndole sin oprimirle, pues de otro modo seria muy fácil hacer variar el rádio al tiempo de trazar la circunferencia y no coincidir el último punto de dicha curva con el primero.

CLASIFICACION DE LAS LINEAS SEGUN SU POSICION.

24. Segun la posicion que pueden tener las líneas reciben entre otros los nombres de *vertical, perpendicular, horizontal, oblicua* y *paralela*.

Línea *vertical ó de aplomo* es aquella C D (fig. 4.ª), que marca libremente un hilo A B que suspendido por uno de sus estremos A lleva en el otro B un peso ó plomada.

25. En el dibujo se traza esta línea C D (fig. 4.ª) en sentido del márgen lateral ó sea de arriba á abajo, sin inclinarse mas á un lado que á otro.

26. Se dice que una línea C D (fig. 7.ª) es *perpendicular* á otra A B cuando la encuentra formando ángulos C D A y C D B iguales ó sea sin inclinarse mas á un lado que á otro. Es necesario no confundir la línea vertical con la perpendicular, puesto que la posicion de la primera es absoluta é invariable, mientras que la de la segunda es relativa y depende de la que tiene la línea á quien es perpendicular, por lo que cuando una línea es perpendicular á otra, esta lo es á su vez á la primera.

27. Línea *horizontal* se llama la perpendicular á la vertical, así la línea A B (fig. 7.ª) perpendicular á C D suponiendo á esta última vertical, será una línea horizontal.

En el dibujo se traza la horizontal A B (fig. 7.ª) de izquierda á derecha perpendicularmente á la vertical C D como indica la figura.

28. Línea *oblicua* E F (fig. 4.ª), es la que tiene una posicion diferente de la perpendicular y horizontal ó encuentra formando ángulos desiguales, así, pues, la línea D E (fig. 14.) es oblícua respecto de la A B.

29. Finalmente, se dice que dos líneas A B y D C (fig. 12) *son* paralelas *cuando la mas corta distancia que hay desde cada uno de los puntos de la una á la otra es igual, y por consiguiente por mas que se las prolongue no se pueden encontrar sino, como suele decirse, en el infinito.* Así pues, cuando dos rectas son perpendiculares á otra tercera se dice que son paralelas entre sí.

---

(1) Por circunferencias concéntricas se entienden las que tienen un centro comun aunque distintos rádios.

Luis de Pereda y Lopez

PROBLEMAS GEOMÉTRICOS.

30 *Problema* 1.° *Dada una línea* A B (fig. 7.ª) *y un punto* D *en ella, levantarla en dicho punto una perpendicular.*

Tomaremos dos distancias D B y D A iguales á derecha é izquierda del punto D: haciendo centro en los puntos A y B con un rádio arbitrario, pero mayor que la distancia A D, trazaremos dos arcos *m* y *n* por la parte superior, uniremos el punto de interseccion de estos dos arcos con el punto D, y la recta C D será la perpendicular pedida.

31 *Problema* 2.° *Dada una recta* A B (fig. 8.ª) *y un punto* C *situado fuera de ella, bajar una perpendicular desde este punto á dicha recta.*

Trácese con un rádio cualquiera, pero sensiblemente mayor que la mas corta distancia que hay desde el punto dado á la recta, dos arcos *p* y *q* haciendo centro en el punto dado C, cuyos arcos cortarán á la línea A C en los puntos *p* y *q*, desde estos dos puntos con un rádio mayor que la mitad de la parte *p q* trazaremos por la parte inferior los arcos *m* y *n* y uniendo el punto de interseccion D con el dado C tendremos la recta C D que será perpendicular á la A B.

32. *Problema* 3.° *Dada una recta* A B (fig. 9.ª) *levantar en uno de sus estremos una perpendicular, cuando dicha línea no se puede prolongar.*

Tomaremos sobre la recta A B una distancia arbitraria D B y con un rádio igual á dicha distancia, y haciendo centro en los puntos B y D trazaremos dos arcos por su punto de interseccion *m* y el punto D, tiraremos una recta D *n* igual al duplo de la distancia B D, por cuyo estremo *n* y el punto B tiraremos la recta B C, que será la perpendicular pedida.

33. *Problema* 4.° *Dada una línea* A B (fig. 10ª), *dividirla en dos partes iguales por medio de una perpendicular.*

Haciendo centro en los estremos A y B de la recta dada y con un rádio arbitrario, pero mayor que la mitad de dicha recta, trazaremos los arcos *p* y *q* por la parte superior, y los *m* y *n* por la inferior, y uniendo los puntos de interseccion de estos arcos, obtendremos la recta D C que dividirá á la recta A B en dos partes iguales A O, y O B siéndola al mismo tiempo perpendicular.

34. *Problema* 5.° *Dada una recta* A B (fig. 12) *y un punto* C, *tirar por dicho punto una paralela á la recta dada.*

Haciendo centro en el punto dado C, y con un rádio arbitrario trazaremos el arco D A, haciendo despues centro en el punto A, y con el mismo rádio trazaremos el arco C B, tomaremos la distancia A D igual á C B, y por los puntos D y C tiraremos la recta C D, que será la paralela pedida.

35 Los problemas hasta aquí resueltos pueden muy bien simplificarse en su construccion gráfica con el ausilio de las plantillas, para lo cual fueron inventadas. Con efecto, si tratamos de levantar una perpendicular C D (fig. 11) á la recta A B en un punto D, haremos coincidir la regla con dicha recta A B, y despues ajustaremos uno de los lados de la plantilla con la regla de modo que el vértice del ángulo recto coincida con el punto dado D, y trazando la recta C D, esta será la perpendicular pedida.

36 Asimismo si tratamos tirar varias paralelas á una recta dada (fig. 13) no tendremos mas que hacer coincidir uno de los lados de la plantilla con la recta dada y ajustando la regla á la plantilla como lo manifiesta la figura, haremos correr dicha plantilla á lo largo de la regla señalando las líneas por los puntos que nos convengan.

ANGULOS.

37 Se da el nombre de ángulo *al espacio indefinido comprendido entre dos rectas que se cortan en un punto.*

38 Las rectas D B y D E (fig. 14), que forman el ángulo, se llaman *lados*, y el punto D; donde se encuentran, *vértice.*

39. Todo ángulo se nombra con tres letras, nombrando la del vértice en el medio, ó bien con sola la letra del vértice, cuando no hay otros con quienes pueda confundirse.

40. Hemos visto (núm. 22) que los ángulos se miden por medio de los arcos de círculo, por consiguiente, su magnitud depende de la mayor ó menor abertura de sus lados, independientemente de su longitud.

41. Los ángulos pueden ser de tres especies: *recto, agudo y obtuso.*

42. Angulo recto es *el que está formado por dos líneas perpendiculares*, así que los ángulos C D A y C D B (fig. 14), serán rectos. Su valor es siempre constante, toda vez que su medida es para todos el cuadrante ó sean 90°.

43. Angulo agudo E D B es *el que es menor que un recto*, el cual, como nos manifiesta la figura, está formado por dos líneas oblícuas entre sí.

44. Ultimamente, ángulo obtuso es *el que es mayor que un recto.* El ángulo A D E, es obtuso.

PROBLEMAS. DE ANGULOS.

45. *Problema* 6.° *Dado un ángulo* B A C (fig. 15), *y una recta a b, trazar en el punto á otro ángulo igual al dado.*

Haciendo centro respectivamente en el punto dado y en el vértice A, trazaremos dos arcos *m' n'* y *m n*, con el mismo rádio aunque arbitrario: con la distancia *m n* por rádio trazaremos haciendo centro en *m'*, un arco que cortará al primero, $m' n'$ por cuyo punto de intersección n' y el punto dado a, tiramos la recta a c que formará con la dada a b un ángulo b a c igual al B A C.

46. *Problema 7.°* *Dado un ángulo b a c* (fig. 15), *dividirle en dos partes iguales.*

Desde el vértice a, tomaremos dos distancias iguales a m' y a n' en cada uno de los lados, y haciendo centro los puntos m' y n' y con un mismo rádio aunque arbitrario, trazaremos dos arcos, p y q cuyo punto de interseccion, unido con el vértice a, nos determinará la recta a d, que se llama *bisectriz*, y que dividirá al ángulo b a c en dos partes ó ángulos iguales c a d y d a b.

47. Se da en general el nombre de *polígonos* á las superficies terminadas por líneas.

48. Los polígonos pueden ser de dos especies: *regulares é irregulares.* Los primeros son *los que tienen sus lados y ángulos iguales entre sí*, y los segundos *los que tienen algunos ó todos sus ángulos y lados desiguales.*

49. Las rectas A C y B D (fig. 20) que unen dos á dos los vértices de los ángulos de un polígono, se llaman *diagonales.*

50. El menor número de líneas que pueden cerrar el espacio es tres. La superficie de este modo terminada se llama *triángulo.*

51. Los triángulos con relacion á sus lados se dividen en *equiláteros, isósceles y escalenos.*

52. Triángulo equilátero A B C (fig. 16) es *el que tiene sus tres lados* A B, A C y B C *iguales.*

53. Triángulo isósceles A B C (fig. 17) es *el que tiene dos de sus lados* A C y B C *iguales.*

54. Triángulo escaleno A B C (fig. 18) es *el que tiene sus tres lados* A C, A B y B C *desiguales.*

55. Los triángulos con relacion á sus ángulos se dividen en *acutángulos, rectángulos y obtusángulos.*

56. Triángulo acutángulo A B C (fig. 16) es *el que tiene sus tres ángulos agudos.*

57. Triángulo rectángulo A B C (fig. 19) es *el que tiene uno de sus ángulos* B *recto.*

58. Triángulo obtusángulo A B C (fig. 18) es *el que tiene un ángulo* B *obtuso.*

59. Los lados A B y B C que en un triángulo rectángulo (fig. 19) forman el ángulo recto B, se llaman *catetos.*

60. El lado A C opuesto á dicho ángulo se llama *hipotenusa.*

61. Generalmente se entiende por *base* de una figura cualquiera, por ejemplo, de un triángulo, el lado A B (fig. 16) sobre el cual insiste ó descansa; y por *altura* la perpendicular C H, bajada desde el vértice opuesto á la base, y desde el punto mas elevado en otra cualquiera figura, á dicha base ó á su prolongacion, tal como C H (fig. 18).

62. *Problema 8.°* *Dado uno de los lados m* (fig. 16), *trazar un triángulo equilátero.*

Tomaremos dicho lado m ó A B por base y haciendo centro en los estremos A y B con un rádio igual á dicha magnitud, trazaremos dos arcos, cuyo punto de interseccion C, unido con los dos estremos A y B, nos determinará el triángulo pedido A B C.

63. Si el triángulo hubiera de haber sido isósceles (fig. 17), el procedimiento hubiera sido enteramente el mismo, con solo la diferencia de haber elegido por base el lado desigual q y haber trazado los arcos tomando por rádio el otro lado p.

64. *Problema 9.°* *Dados los tres lados p, q y l* (fig. 18), *trazar un triángulo escaleno.*

Elegiremos por base A B cualquiera de los lados p, y haciendo centro en cada uno de los estremos A B, y con un rádio respectivamente igual á cada uno de los lados q y l, trazaremos dos arcos: uniremos el punto C de interseccion de estos arcos con los estremos A y B, y obtendremos el triángulo A B C, que será el pedido.

65. *Problema 10.* *Dados dos ángulos a y b y un lado m* (fig. 16.) *trazar un triángulo.*

Tomaremos una distancia A B igual al lado dado m, y en los estremos A y B formaremos dos ángulos (núm. 45) A y B respectivamente iguales á los dados. Prolongaremos los lados A C y B C hasta que se encuentren, con lo cual quedará formado el triángulo A B C, que será el que buscamos.

66. *Problema 11.* *Dado un ángulo* C A B (fig. 17.) *y dos lados q y p, trazar un triángulo.*

Tomaremos una distancia A B igual á uno de los lados q, sobre cuyo lado A B llevaremos el otro lado p desde A hasta C, y uniendo el punto C con el punto B, tendremos formado el triángulo A B C, que será el pedido.

67. *Problema 12.* *Dado un triángulo* A B C (fig. 17) *y un lado d, formar un triángulo semejante al dado.*

Tomaremos una distancia a b igual al lado dado d en los estremos a y b, formaremos dos ángulos (núm. 45) iguales respectivamente á los A y B cuyos lados prolongados hasta que se encuentren en c nos determinarán el triángulo a b c, que será semejante al A B C.

Si el lado dado hubiera sido igual á cuyalquiera de los del triángulo

Luis de Pereda y Lopez

A B C, el triángulo *a b c* que por este medio hubiéramos obtenido, hubiera sido enteramente igual al A B C.

68. *Problema* 13. *Dada la hipotenusa a c* (fig. 19) *y un cateto p, trazar un triángulo rectángulo semejante al* A B C.

Fórmese el ángulo recto b, llévese el cateto *p* desde *a* á *b*, trácese el ángulo *a* igual al A y el triángulo *a b c*, será semejante al A B C.

CUADRILATEROS.

69. El espacio cerrado ó terminado por cuatro líneas se llama en general *cuadrilátero*.

70 Entre todos los cuadriláteros merecen particular atencion los que tienen sus lados paralelos, que reciben el nombre de *paralelógramos* (figuras 20 y 21).

71. Los cuadriláteros se subdividen además en *paralelógramos rectángulos, rombos, romboides, trapecios y trapezoides.*

72. Dáse el nombre de *paralelógramo rectángulo* A B C D (fig. 21) á *aquel que tiene* los *cuatro ángulos* A, B, C *y* D *rectos.*

73. Se da el nombre de *trapecio* al cuadrilátero A B C D (fig. 22) que tiene dos de sus lados A B y D C paralelos.

74. Se da el nombre de *trapezoide* al cuadrilátero (fig. 23) *que tiene todos sus lados y ángulos desiguales.*

Cuando los lados A B, B C, C D y D A son además de paralelos iguales (fig. 20), el paralelógramo se llama *cuadrado.*

75. Se llama *rombo el paralelógramo* A B C D, (fig. 24) *que tiene sus lados paralelos é iguales y sus ángulos contiguos desiguales.*

76. El paralelógramo A B C D (fig. 25) que tiene sus lados y ángulos contiguos desiguales, se llama *romboide.*

77. Las diagonales A C y D B de un rectángulo (figs. 20 y 21), se cortan en partes iguales entre sí; las del rombo en partes recíprocamente iguales, (fig. 24.)

78. La altura (núm. 61) de un rectángulo, puede medirse por su lado A D (fig. 20 y 21.)

79. *Problema* 14. *Dados dos lados* A B y B C *de un rectángulo, construir dicho rectángulo* (fig. 21.)

En los estremos A y B de uno de los lados dados A B, levantaremos dos perpendiculares (núm. 32) iguales en longitud al lado dado B C, y uniendo los estremos D y C de las perpendiculares, obtendremos el rectángulo A B C D pedido.

80. Si el rectángulo hubiera de haber sido un cuadrado (fig. 20) bastaria para construirle solamente el lado A B.

81. *Problema* 15. *Trazar un rombo* (fig. 24.)

Tiraremos las diagonales A C y B D perpendiculares entre sí, tomaremos las distancias O A y O C iguales y las O B y O D tambien iguales entre sí, y uniendo los puntos A, B, C y D, tendremos el rombo A B C D.

82. Por último, para resolver el problema general de *construir un cuadrilátero semejante á otro dado, sea de la clase que fuere,* no tendremos mas que hallar una cuarta proporcional á los lados del cuadrilátero dado A B C D y formar con estas líneas ángulos respectivamente iguales á los de dicho cuadrilátero propuesto como indica la figura 33.

Si los cuadriláteros que hubiéramos de construir fuesen iguales, el procedimiento será el mismo, con la diferencia de tomar los lados iguales á los del presupuesto en vez de hallar las cuartas proporcionales.

LÍNEAS PROPORCIONALES.

83. Se da en general el nombre de *líneas proporcionales á aquellas cuyas magnitudes guardan entre sí cierta proporcion ó relacion.*

84. Se dice que una línea es *cuarta proporcional á otras tres, cuando espresada la magnitud de todas ellas en cantidades numéricas, el valor de dicha línea forma con los de las otras tres una proporcion geométrica.* Es decir, que siendo m n y p las tres líneas dadas (fig. 26) y llamando x á la cuarta proporcional que buscamos, tendremos la proporcion $m : n :: p : x$, ó bien $m : p : n : x$.

85 Una línea es *tercera proporcional* á otras dos cuando *su valor forma un estremo de una proporcion geométrica continua, siendo el otro estremo el valor de una de las dadas y el medio el de la otra.* Es decir, que si las líneas (fig. 27) dadas son p y q y llamamos x á la tercera proporcional tendremos: $p : q :: q : x$, ó bien $q : p :: p : x$.

86. Asimismo se dice tambien que una línea es *media proporcional á otras dos, cuando el valor de dicha línea forma los medios de una proporcion geométrica continua en la que los valores de las otras dos forman los estremos*; es decir, que siendo p y q (fig. 28) las líneas y x la media proporcional, tendremos $p : x :: x : q$.

87. Ultimamente se dice que una línea está dividida *en media y estrema razon, cuando la parte mayor es media proporcional entre toda la línea y la parte menor.*

88. Prévias estas ideas; pasaremos á la solucion de algunos problemas.

89. *Problema* 16. *Dadas tres líneas m, n y p* (fig. 26), *hallarlas una cuarta proporcional.*

Formaremos un ángulo indefinido B A C; sobre uno de los lados A B tomaremos una distancia A H, igual á una de las líneas *m*, desde el vértice A hasta el punto H; desde dicho vértice y sobre el lado A C, tomaremos la magnitud de otra de las líneas *n*, hasta el punto E y desde el mismo vértice, y sobre el mismo lado llevaremos la línea *p* hasta el punto F; uniremos los puntos F y H y por el punto E tiraremos la recta E D paralela á la F H la que nos determinará la distancia A D, que será cuarta proporcional á las tres líneas dadas.

Con poco que reflexionemos se verá que puede haber dos cuartas proporcionales á tres líneas dadas; una mayor que la mas larga y otra menor que la mas corta. Acabamos de determinar la menor A D. Lo propio hubiéramos practicado para la mayor, pues no hubiéramos hecho sino unir el punto H con el E y tirar por el estremo F de la mayor una paralela á la E H, y hubiéramos obtenido la cuarta proporcional mayor que la línea *p*.

90. Si hubiéramos tratado de hallar una tercera proporcional el problema se hubiera resuelto del mismo modo, es decir, hubiéramos llevado sobre un lado A B del ángulo indefinido B A C (fig. 27) la línea mayor desde A hasta H y la línea menor *p* sobre el otro lado A C, desde A hasta F y tambien sobre el A B desde A hasta D, hubiéramos unido los estremos F H y tirado por el punto D la paralela, D E; mas habiendo como en el caso anterior dos terceras proporcionales para las mismas líneas, para hallar la otra se hubiera repetido la línea mayor en vez de la menor.

91. *Problema* 17. *Dadas dos líneas p y q, hallarlas una media proporcional* (fig. 28.)

Pondremos á continuacion una de otra las dos líneas, la *q* desde A hasta D y la *p* desde D hasta B, y tomando á toda la línea A B por diámetro, trazaremos una semi-circunferencia A C B en el punto de union D de las dos líneas, levantaremos una perpendicular hasta que encuentre á la semi-circunferencia en el punto C cuya línea C D será la media proporcional pedida.

92. *Problema* 18. *Dada una recta* A C (fig. 29), *dividirla en media y estrema razon.*

En uno de los estremos B levantaremos una perpendicular B C igual á la mitad de la recta dada A B, haciendo centro en el punto C con un rádio igual á C B; trazaremos un arco de círculo, el cual cortará á la recta A C que une el otro estremo A de la recta dada con el punto C por último, haciendo centro en A y con un rádio igual á A E, trazaremos el arco E D, el cual dividirá á la recta A B en el punto D en media y estrema razon.

CONSTRUCCION Y USO DE LAS ESCALAS.

93. El objeto de las escalas es entre estos usos el formar un dibujo de mayores ó menores dimensiones que otro, pero que le sea enteramente semejante en todas sus partes.

94. Entre las infinitas escalas que pueden construirse, la mas general es la conocida con el nombre de *escala universal ó de mil partes,* que tambien se llama de *décimas,* y en cuya construccion se halla fundada la de todas las demás.

95. Para formar dicha escala, trazaremos el cuadrado A B C D (fig. 30) dividiremos cada uno de los lados en diez partes iguales, tirando por los puntos de division rectas paralelas á los otros lados A B y D C, tiraremos despues las trasversales C 1 etc., con lo que quedará formada la escala, que para mayor comodidad pueden prolongarse, si se quiere, las divisiones en sentido horizontal.

96. Para servirse de esta escala, observamos que las pequeñas distancias que hay desde la primera perpendicular B C de la derecha á la primera trasversal C 1, tales como las *a b*, *c d* etc., representan, la primera $^{1}/_{10}$ de cada una de las partes C 9 en que se han dividido los lados de cuadrado A B C D: la segunda representa $^{2}/_{10}$: la tercera *c d*, representa $^{3}/_{10}$, así sucesivamente hasta la última, que representará $^{10}/_{10}$ ó una parte, quedando por este medio divididas cada una de las partes D 1, 1 2' 2 3, etc., en diez partes iguales en las horizontales 1, 2, 3, 4, etc., con el ausilio de las trasversales, de manera que si queremos tomar en esta escala 10 partes y $^{1}/_{10}$ de otra colocaremos una punta del compás en la segunda línea horizontal en la vertical 20 y la otra en *a*, si quisiéramos tomar 20 $^{3}/_{10}$ partes colocaríamos el compás en la tercera vertical señalada con el núm. 30 hasta el punto *c*. Mas adelante insistiremos sobre esta teoría con mas amplitud.

METODO DE TRAZAR

Y DE INSCRIBIR Y CIRCUNSCRIBIR LOS POLIGONOS EN EL CIRCULO.

97. Hemos dicho (núm. 47) que por polígono en general se entiende una superficie terminada por un número cualquiera de líneas, y que los terminados por tres y cuatro rectas reciben el nombre particular de triángulos y cuadriláteros. Del mismo modo se da el nombre de *pentágono* al polígono terminado por cinco líneas ó al que consta de cinco lados; se lla-

Luis de Pereda y Lopez

ma *exágono* al de seis; *eptágono*, al de siete; *octógono*, al de ocho; al de nueve, *encágono*; al de diez, *decágono*, nombrando en adelante, polígono de *once*, *doce*, *trece*, etc., número de lados segun de los que constare, esceptuando el de quince lados que se llama *pentedecágono*. La recta O A, fig. (35) que va desde el centro al vértice, se llama *rádio oblicuo* y la que va desde el centro al medio del lado del polígono al cual es perpendicular, se llama *rádio recto*, vg.: la O *h*: en el polígono A B C D E F.

98. Se dice que un polígono está *inscrito* en un círculo cuando hallándose contenido en dicho círculo la circunferencia pasa por todos los vértices del polígono; y un polígono se halla *circunscrito* á un círculo, cuando hallándose comprendido el círculo en el polígono, su circunferencia es tangente á todos los lados.

99. Bueno será advertir, que el mismo método que nos sirve para inscribir un polígono cualquiera en un círculo, puede al mismo tiempo servirnos para trazarle, toda vez que para esto se emplea del mismo modo la circunferencia del círculo.

En vista, pues, de estas observaciones, pasaremos á la resolucion de algunos problemas.

100. *Problema* 19. *Dado un círculo* A D C (fig. 31), *inscribir ó trazar un triángulo equilátero.*

Trácese un diámetro D C haciendo centro en uno de los estremos D, y con un rádio igual al D O del círculo, trazaremos el arco A O B, y uniendo los puntos A, C y B, tendremos el triángulo pedido.

101. *Problema* 20. *Dado un círculo* A D C B (fig. 32), *inscribir ó trazar un cuadrado.*

Tiraremos dos diámetros A C y B D perpendiculares entre sí, y uniendo los estremos A, B, C, D, tendremos el cuadrado pedido. El mismo método se usa para inscribir un rectángulo A B C D (fig. 33) á escepcion de no ser perpendiculares entre sí las diagonales A C y B D.

102. *Problema* 21. *Dado un círculo* (fig. 34) *inscribir ó trazar un pentágono regular.*

Trácense dos diámetros A B y C D perpendiculares entre sí; divídase el rádio O B en dos partes iguales, y haciendo centro en el punto medio F con un rádio igual á F C, trazaremos el arco C E, haciendo despues centro en C, con un rádio igual á C E, trazaremos el arco E H, y uniendo el punto H con el estremo C del diámetro, la cuerda C H será el lado del pentágono.

103. *Problema* 22. *Dado un círculo* A B C D E F (fig. 35), *inscribir un exágono regular, ó sea trazar el exágono.*

Aplicaremos el rádio O A seis veces consecutivas sobre la circunferencia, con lo que tendremos determinados los puntos A, B, C, D, E, F, los cuales, unidos por medio de rectas, nos darán el exágono pedido.

104. *Problema* 23. *Dado un círculo* (fig. 36) *inscribir ó trazar un polígono regular de un número cualquiera de lados.*

Trácese un diámetro A B, el cual dividiremos en tantas partes iguales cuantos sean los lados que deba tener el polígono, y que en el caso actual suponemos que sean siete, haciendo despues centro en los estremos B y A del diámetro, y con un rádio igual á dicho diámetro, trazaremos los arcos *m n*; únase el punto de interseccion con el de la segunda division, por medio de una recta que nos determinará el punto C y la distancia B C, será el lado del polígono de siete lados pedido.

105. Para que un polígono pueda inscribirse en un círculo, es preciso que pasando de tres lados sea regular.

106. Bueno será advertir que teniendo inscrito en un círculo un polígono de un número cualquiera de lados, podremos fácilmente inscribir otro de duplo número, para lo cual no habrá mas que dividir en dos partes iguales cada uno de los lados D C (fig. 32) del polígono, por medio de una perpendicular (núm. 33) y unir el punto E donde dicha perpendicular encuentra á la circunferencia con los vértices D y C consecutivos del polígono.

107. Una vez inscritos en el círculo los polígonos, podríamos circunscribirlos con la mayor sencillez, tirando tangentes $a'b'$, $b'c'$, $c'd'$, etc., á la circunferencia (fig. 35) por los puntos donde los vértices tocan á dicha circunferencia.

PROBLEMAS RELATIVOS Á LA CIRCUNFERENCIA.

Y LINEA RECTA.

108. *Problema* 24. *Por tres puntos* A, B *y* C *que no se hallen en línea recta* (fig. 37) *hacer pasar una circunferencia de círculo.*

Uniremos los tres puntos dados por medio de las rectas A C y B C; dividiremos cada una de estas dos rectas en dos partes iguales por medio de perpendiculares (núm. 33) y el punto O donde estas perpendiculares se cortan será el centro de la circunferencia pedida, la cual se trazará con la distancia que hay desde dicho centro O á cualquiera de los puntos dados.

109. *Problema* 25. *Dada una circunferencia de círculo y un punto* A *en ella* (fig. 38), *tirarla una tangente en dicho punto.*

Por el punto dado A tiraremos el rádio A O en el estremo A levantaremos una perpendicular P Q, la cual será la tangente pedida.

110. *Problema* 26. *Dada una circunferencia y un punto* A *fuera de ella* (fig. 39), *tirar por dicho punto una tangente á la circunferencia dada.*

Uniremos el centro O de la circunferencia con el punto dado por medio de la recta A O; desde el punto C mitad de esta recta y con el rádio C O trazaremos el arco T O T'; unirèmos los puntos T y T', donde este arco corta á la circunferencia con el punto dado A, y cualquiera de las rectas A T ó A T' que los une será la tangente pedida.

111. *Problema* 27. *Rectificar ó hallar la magnitud de una circunferencia en línea recta* (fig. 40).

Trazaremos un diámetro, al cual dividiremos en siete partes iguales, y sobre una recta M N tomaremos veintidos de estas siete partes, cuya longitud M N será aproximadamente la de la circunferencia.

112. *Problema* 28. *Dada una circunferencia* O (fig. 41.) *trazar otra que la sea tangente sea interior, ó exteriormente.* Unanse los centros y con un rádio igual á la distancia que hay desde dichos centros O' y *o* trazaremos dichas circunferencias.

TEORÍA DE LAS CURVAS.

113. Las curvas en general pueden ser *planas y de doble curvatura.* Se entiende por curvas planas *aquellas cuyos puntos se hallan todos en un mismo plano:* tales son las que resultan de la interseccion de un plano con una superficie curva, y curvas de doble curvatura, *aquellas cuyos puntos no se hallan todos en un mismo plano,* como son las que resultan de la interseccion de dos superficies curvas.

114. Las curvas ademas pueden ser *cerradas ó finitas* cuando *el último punto coincide con el primero,* comprendiendo por consiguiente dentro de sí un espacio limitado, cuales son la circunferencia de círculo (fig. 5), la elipse (fig. 42) etc., y *abiertas ó indefinidas que son aquellas cuyas ramas se separan cada vez mas, ó se extienden al infinito*, como son la hipérbola (fig. 45.), la parábola (fig. 46.), etc.

115. Entre las curvas planas solo consideraremos por ahora la *elipse, hipérbola, parábola y espiral.*

116. *Elipse es una curva plana* A C B D (fig. 42) *de tal naturaleza, que la suma de las rectas* F E, F' E *tiradas desde los puntos F y F' que se llaman focos ó focus á un punto cualquiera* E *de la curva, cuyas rectas se llaman rádios vectores, es constantemente igual á la* A B, *que se llama eje mayor.*

117. La línea D C perpendicular á la A B ó al eje mayor, se llama *eje menor.* Estas líneas se cortan en el centro O en dos partes respectivamente iguales.

118. Para determinar los focos F y F'₁ en una elipse, despues de trazados ejes A B y D C, tomaremos por rádio una distancia O A igual al semieje mayor, y haciendo centro en uno de los estremos D del eje menor, trazaremos dos arcos de círculo, que cortarán al eje mayor en los puntos F y F', que serán los focos.

119. Los puntos A y B de la curva que coinciden con los estremos del eje mayor, se llaman *vértices.*

120. *Trazar una elipse por puntos.* (fig. 42). Despues de determinados los ejes A B y D C y los focos F y F', tomaremos una distancia A *a* arbitraria, y haciendo centro en los focos F y F' trazaremos con este rádio los arcos *m y m'* por la parte superior y otros iguales por la inferior, tomando despues la parte *a* B por rádio, y haciendo centro en los mismos focos, trazaremos los arcos *n y n'* y otros iguales por la parte inferior, cuya interseccion con los primeros nos determinará cuatro puntos de la curva. Análogamente tomando otra distancia A *b*, tambien arbitraria, y haciendo centro en los focos, trazaremos otros arcos *p* y *q*; *p'* y *q'* del mismo modo que los anteriores; cuyas respectivas intersecciones nos determinarán otros tantos puntos de la curva. De este modo podríamos continuar determinando nuevos puntos para la curva, que será tanto más exacta cuanto más determinemos.

121. *Trazar una elipse por la diferencia de sus ejes.*

Trazados los dos ejes A B y D. C (fig. 43), tomaremos una tira de papel, en la que señalaremos la distancia *d a* igual al semieje mayor y la *d b* igual al semieje menor, y haciendo girar dicha tira de papel, de modo que los puntos *a* y *b* permanezcan siempre sobre los ejes, el punto *d* nos irá determinando puntos de la curva que iremos señalando sobre el papel, con lo cual tendremos la elipse.

122. *Trazar una elipse por arcos de círculo,* (fig. 44.)

Despues de determinar la magnitud de los ejes, se dividirá cada mitad del mayor en dos partes iguales; sobre la distancia *p q* se construirán los triángulos equiláteros *p* E *q*, y *p* F *q* por los puntos F, y E y los *p* y *q* medios de las mitades del diámetro mayor, tiraremos cuatro rectas que prolongaremos convenientemente; últimamente, tomando por rádio la distancia D F, trazaremos con centro en E y en F los arcos H' C I' y H D I y con centro en *p* y *q* los arcos, H A H' é I B I' con lo cual quedará trazada la curva A C B D, que por su semejanza con la elipse se llama curva elíptica, y difiere tan poco, que podemos emplearla como tal.

HIPERBOLA.

123. Hipérbola es *una curva plana, compuesta de dos ramas* (fig. 45) *indefinidas, de tal naturaleza, que la diferencia que hay entre las líneas tiradas desde los puntos* F y F', *que se llaman focos, á un punto cualquiera de*

Luis de Perola y Lopez

una de sus ramas, las cuales se llaman rádios vectores, es constantemente igual á la distancia V. V', *que se llama eje real ó transversal.*

124. Los puntos V y V' de la curva, que se hallan situados en el eje trasversal, se llaman *vértices.*

125. La línea I X perpendicular al eje real tirada por el punto O medio de la distancia V V', se llama *eje imaginario.*

126. Para determinar los focos F y F' de una hipérbola, tomaremos una distancia O H en el eje imaginario I X igual á V O; tiraremos la recta H V, y con este radio y centro en dicha interseccion O, trazaremos á derecha é izquierda en el eje real dos arcos que nos determinarán los focos F y F'.

127. Para construir la hipérbola por puntos, observaremos el siguiente método.

Trazados los ejes A B é I X y determinados los focos F y F' y los vértices V y V', tomaremos por rádio una distancia arbitraria F' *a*, menor que F V', y haciendo centro en los focos F y F', trazaremos los arcos *m* y *m'* y los *p* y *p'*, tomando despues por rádio la suma de las distancias F' *a* y V V', y haciendo centro en los focos trazaremos los arcos *n* y *n'* y los *q* y *q'*, cuya interseccion con los primeros nos determinarán cuatro puntos de la curva. Del mismo modo, tomando otras distancias F' *b* y F' *e* arbitrarias pero menores que F V', y haciendo centro en los focos, trazaremos otros cuatro arcos, tomando despues por rádio la suma de las distancias F' *b* y V V', y F' *e* y V V' y haciendo centro en los focos, trazaremos arcos cuya interseccion con los anteriores nos determinarán otros cuatro puntos de la curva. Siguiendo el mismo procedimiento se irán determinando otros tantos puntos de la curva, que será tanto mas exacta cuantos mas se determinen.

PARÁBOLA.

128. La parábola *es una curva plana, compuesta de una sola rama* (figura 46) *indefinida, tal que cada uno de sus puntos dista igualmente de una recta* A B *dada de posicion y de un punto fijo* F, que se llama foco.

129. La línea tirada desde el foco á un punto de la curva, se llama rádio vector.

130. La línea A B fija de posicion, se llama *directriz*, y la O *c* tirada perpendicularmente á la directriz A B recibe el nombre *de eje.*

131. El punto V de la curva situado en el eje, y á igual distancia de la directriz y del foco, se llama *vértice.*

132. Para trazar por puntos la parábola, observaremos el siguiente método.

Trácese la directriz A B y el eje O *c*, sobre el cual y á una distancia O F arbitraria, colocaremos el foco F y el vértice V, equidistante del punto O y del F: sobre el eje O *c* tomaremos las distancias arbitrarias O *a*, O *b*, y O *c*, por cuyos puntos tiraremos rectas paralelas á la directriz, y tomando dichas distancias O *a*, O *b*, etc. por rádios, y haciendo centro en el foco F, trazaremos los arcos *m* y *m'*, etc. que cortarán á las paralelas á la directriz, y cuyos puntos de interseccion serán otros tantos de la curva.

ESPIRALES.

133. Se dá en general el nombre de *espiral á una curva plana indefinida d m n*, etc. (fig. 47), *la cual se considera originada por un punto, que partiendo de otro d, fijo de posicion, adquiere al mismo tiempo dos movimientos, uno de rotacion y otro de traslacion, segun una ley determinada.*

134. Esta ley puede variar para cada una de las espirales, por lo que se deduce que el número de estas puede ser infinito, segun la ley que sigan.

135. Uno de los métodos para trazar esta curva es el siguiente: trácese el cuadrado *a b c d* y prolónguense sus lados; con centro en *c* y el rádio *c d*, trácese el arco *d m*: con centro en *b* y el arco *b m*, trázese el arco *m n*; con centro en *a* y el rádio *a n*, se trazará el arco *n o*, y así sucesivamente pudiendo trazarse cuantas vueltas ó *espiras* queremos.

MOLDURAS.

136. Las molduras son unas superficies compuestas de un conjunto ó reunion de líneas rectas y curvas que se emplean para adornar los muebles, edificios, y en general, un cuerpo sólido cualquiera.

137. El *listel ó filete* (fig. 1.ª lám. 2.ª), es una parte rectangular que generalmente se emplea para unir dos molduras consecutivas en la combinacion de varias de ellas.

138. El *junquillo* (fig. 2.ª) es una moldura de forma cilíndrica y se traza gráficamente, determinando la latitud *d c* que deba tener, tomaremos esta distancia por diámetro, y trazaremos un semicírculo *c b d* con centro en *o*.

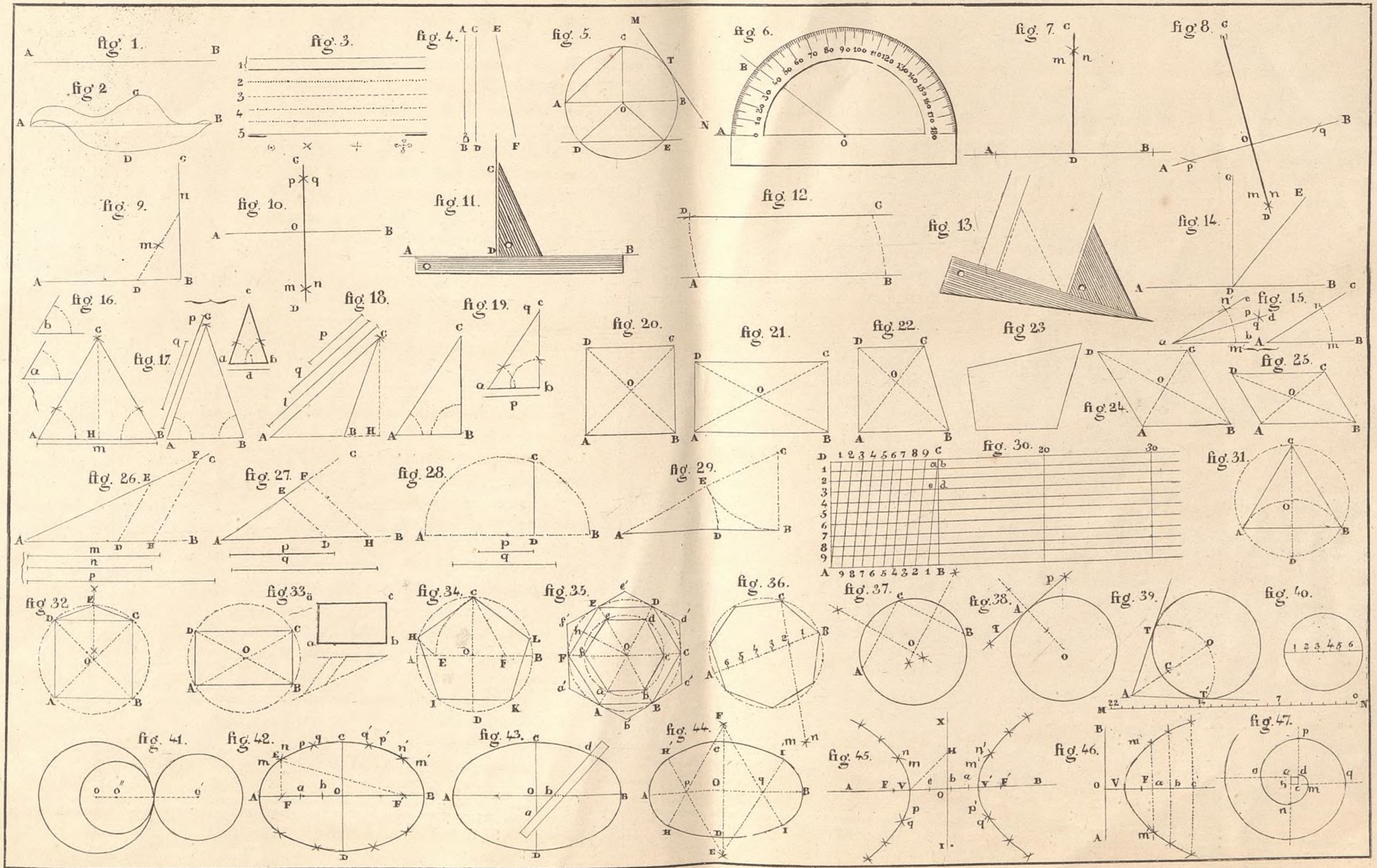
139. El *cuarto bocel* es una moldura *a b* (fig. 3.ª) la cual se traza determinando el punto *b*, del cual deba partir, y su centro *o*, y con la distancia *o a* por rádio trazaremos el cuadrante *a b*.

La figura 4.ª es un bocel inverso, se traza lo mismo, con la diferencia de estar invertido.

140. La *media caña ó caveto a b* (fig. 5.ª), es enteramente igual al cuarto bocel, con solo la diferencia de ser cóncava en su superficie, por lo que debe considerarse su trazado de la misma manera, como lo indica la figura

La figura 6.ª es la misma *inversa.*

141. El *talon* (fig. 7.ª) es una moldura *a b* compuesta de la reunion de las dos anteriores.



Luis de Pereda y Lopez

Para trazar gráficamente esta moldura, determinados los estremos *a* y *b*, dividiremos en dos partes la recta *a b* que los une, y haciendo sucesivamente centro en los puntos *a, o, b*, y con el rádio *a o* igual á la mitad de dicha recta, trazaremos sucesivamente cuatro arcos de círculo *m, m*, y *n, n'* cuyos correspondientes puntos de interseccion nos determinarán los centros de los arcos *a o* y *b o*, que se trazarán con el mismo rádio *a o*.

El *talon inverso* es una moldura (fig. 8.ª) enteramente semejante á la anterior, con solo la diferencia de hallarse invertida, por cuya razon su trazado es en todo igual.

142. La *gola recta* es una moldura *a b* (fig. 9.ª) análoga al talon, con solo la diferencia de hallarse los arcos que la componen, en sentido inverso. Por lo demás, el trazado es el mismo, como lo manifiesta la figura.

La *gola inversa* (fig. 10) es del todo igual á la gola recta, únicamente difieren en hallarse esta última invertida.

143. La *escocia* es una moldura *a b c* (fig. 11), que puede trazarse de varios modos. El siguiente es prefeaible por su mayor sencillez.

Determinados los estremos *a* y *c*, bajaremos una perpendicular *c d* desde el estremo *c* á la horizontal *b c* tirada por el punto *d* á la tercera parte del ancho de la moldura y haciendo centro en dicho punto *d* con el rádio *d c*, trazaremos el arco *b c*; uniremos el punto *b* con el *a*, y dividiremos la recta *a b* en dos partes iguales por medio de una perpendicular cuyo punto de encuentro *c* cõn la recta *b d*, nos determinará el centro *c* del arco *b a*, el cual se trazará con el rádio *c b*.

144. El *huevo* ú *óvolo* (fig. 12) se traza determinando su altura D C, la cual dividiremos en tres partes iguales: por el punto G de la primera division tiraremos una perpendicular A B á la D C, y con la distancia C G por rádio y con centro en el punto G, trazaremos el semicírculo I C L; tómense las distancias A I y L B iguales al rádio C G, y por la mitad O de la última division D H, tírense las rectas E B y F A; con el rádio B E y centro en A y B, trazaremos los arcos I E y L F y con la tercera division D H por diámetro y centro en el punto medio O de dicha division, trazaremos el arco E D F, con lo que quedará determinado el óvolo.

POLIEDROS.

145. Se da en general el nombre de *poliedro* al cuerpo terminado por varias caras ó superficies. De estos los que más comunmente se consideran son: la *pirámide* y *el prisma*.

146. Se da el nombre de *prisma* al poliedro (figs. 13 y 14), terminado por la parte superior é inferior por dos polígonos iguales, y cuyas caras laterales son rectángulos. Los lados A A', D D', etc., se llaman aristas.

147. Los prismas pueden ser regulares é irregulares, rectos y oblícuos. *Regular* es aquel cuyas bases superior é inferior son polígonos regulares, é *irregular* aquel cuyas bases son polígonos irregulares. Prisma *recto* es el que tiene sus aristas perpendiculares al plano de su base, (fig. 13 y 14), y *oblícuo* aquel en que á pesar de ser paralelas son oblícuas respecto del plano de su base. (fig. 15)

148. Los prismas toman el nombre de los polígonos que les sirven de base; así, pues, la fig. 14 representa un prisma exagonal por ser sus bases exágonos. Cuando todas sus caras son cuadrados como A B C D *a b c d*, se llama *cubo ó exáedro*.

149. *Pirámide* es un cuerpo (fig. 16), cuya base es un polígono cualquiera, y cuyas caras laterales son triángulos unidos por uno de sus vértices en un punto V.

150. Los lados V A, V B, etc., se llaman *artistas* y el punto V, donde concurren, *vértice* ó *cúspide*.

151. Las pirámides pueden ser regulares é irregulares, rectas ú oblícuas. Pirámide regular es aquella cuyo polígono, que la sirve de base, es regular, y pirámide *irregular* cuando el polígono que la sirve de base es irregular.

152. Pirámide *recta* (figs. 16 y 18.) es aquella en que la perpendicular V O, bajada desde su vértice á la base, cae en el centro O de la base, y *oblícua*, cuando dicha perpendicular cae en otro punto que no sea el centro ó fuera de dicha base, (fig. 17). Las pirámides toman el nombre del polígono de la base; si este es un triángulo, la pirámide será *triangular*; si un cuadrado, cuadrangular; si un pentágono, pentagonal. La porcion A B *a b* (fig. 18), se llama *pirámide truncada* y la *a' b'* V, pirámide *desficiente*. Esto es cuando se da una seccion cualquiera.

153. Si á un prisma ó pirámide se dá una seccion paralela á la base (figs. 13 y 18) resulta un polígono semejante á dicha base; si la seccion fuere oblícua (fig. 21) la figura será diferente de la base.

CUERPOS REDONDOS.

154. Tres son, entre otros, los sólidos que nosotros consideraremos conocidos con el nombre de cuerpos redondos ó de revolucion: el *cono recto*, el *cilindro recto* y la *esfera*.

155. En general se dá el nombre de superficie *cónica* (fig. 19.) á aquella que es engendrada por una línea A V, que se llama *generatriz* y que sujeta por uno cualquiera de sus puntos V á otra fija V O, recorre todos los puntos de una curva A B, que le sirve de base, que se llama *directriz*. El cuerpo de este modo terminado se llama *cono*.

156. El punto V, que durante su movimiento ha permanecido fijo, se llama *vértice*.

Luis de Perceba y Lopez

157. La recta V O, alrededor de la cual gira la generatriz, recibe el nombre de *eje*.

158. Cuando la curva directriz es una circunferencia A B y el eje es perpendicular en el centro al plano de dicha curva, el cono se llama *recto* ó de *revolucion*, pues que en este caso puede considerarse como engendrado por un triángulo rectángulo V O A, que gira alrededor de uno de sus catetos V O.

159. Asimismo, cuando la perpendicular V O bajada desde el vértice á la base, cae en un punto cualquiera que no sea su centro, ó bien fuera de ella, el cono se llama *oblicuo*. (fig. 20).

160. Del mismo modo, se entiende por *superficie cilíndrica* en general, la que es engendrada por una línea A A' (fig. 22), que se llama *generatriz*, que moviéndose paralelamente á sí misma, recorre todos los puntos de una curva que la sirve de base y se llama *directriz*. El cuerpo terminado por este supuesto se llama *cilindro*.

161. Cuando la curva directriz es una circunferencia y la generatriz perpendicular al círculo que la sirve de base, el cilindro recibe entonces el nombre de *recto* ó de *revolucion*, pues que, análogamente al caso anterior, puede considerarse de este modo originado por un rectángulo, que gira alrededor de sus lados O O'.

162. En el caso en que la generatriz no fuese perpendicular al plano de su base, el cilindro se llama *oblicuo*.

163. La porcion A B *a b* (fig. 21) se llama cono truncado y la *a b* V cono deficiente.

164. Finalmente, se da el nombre de *esfera* á un cuerpo sólido (fig. 23), engendrado por un semicírculo D A C, que gira alrededor de su diámetro C D. Los círculos tales como A B y C D trazados en la esfera, y cuyo centro se halle en el de la esfera, se llaman *círculos máximos*, y si el plano de estos círculos máximos pasa por el eje se llaman *meridianos*, y el E F cuyo centro no se halla en el centro de la esfera *círculo menor*. Los puntos D y C, estremos del eje de la esfera, se llaman *polos*; la parte A E F B comprendida entre dos círculos paralelos se llama *zona* y la comprendida entre dos círculos máximos *uso esférico*. La porcion E O F se llama *sector esférico*. Ultimamente, la porcion E C F se llama casco ó solideo esférico, y cada mitad de una esfera se llama *hemisferio*.

165. Para trazar todas estas figuras se trazan primero las bases y despues se unen los vértices entre sí, ó con el cúspide en el cono y pirámide.

166. Las (figs. 24 y 25) representan el conjunto de todas las molduras ya esplicadas, y las 26 y 27, dos balaustradas; la primera de balaustres redondos y la segunda cuadrados. La moldura inferior se la llama basa y la superior, corona ó cornisa de la balaustrada, y segun algunos el balaustre se divide en tres partes, pedestal, panza y capitel, pero siendo todo esto muy empírico, pues solo juega el gusto y objeto del que lo emplea, nos abstenemos por ahora de mas esplicacion. Solo diremos que para trazar estas figuras bastan la escala, acotaciones, y las construcciones indicadas.

167. Las figs. 28, 29, 30 y 31 representan varias combinaciones de rectas y curvas.

168. Con el objeto de que los principiantes se acostumbren, presentamos la lámina 3.ª lavada con aguadas generales; como quiera que al tratar de las sombras, esplanaremos esta teoría solo diremos que la (figura 1.ª lámina 3.ª) indica varias entonaciones de dichas aguadas las que van subiendo dando unas sobre otras, así pues todas ellas se han ido subiendo con las mas clara: pasada la mayor intensidad se emplean las medias tintas, subiendo mas la tinta de china.

Las observaciones del Profesor, enseñarán al discípulo el uso del pincel y demás particularidades.

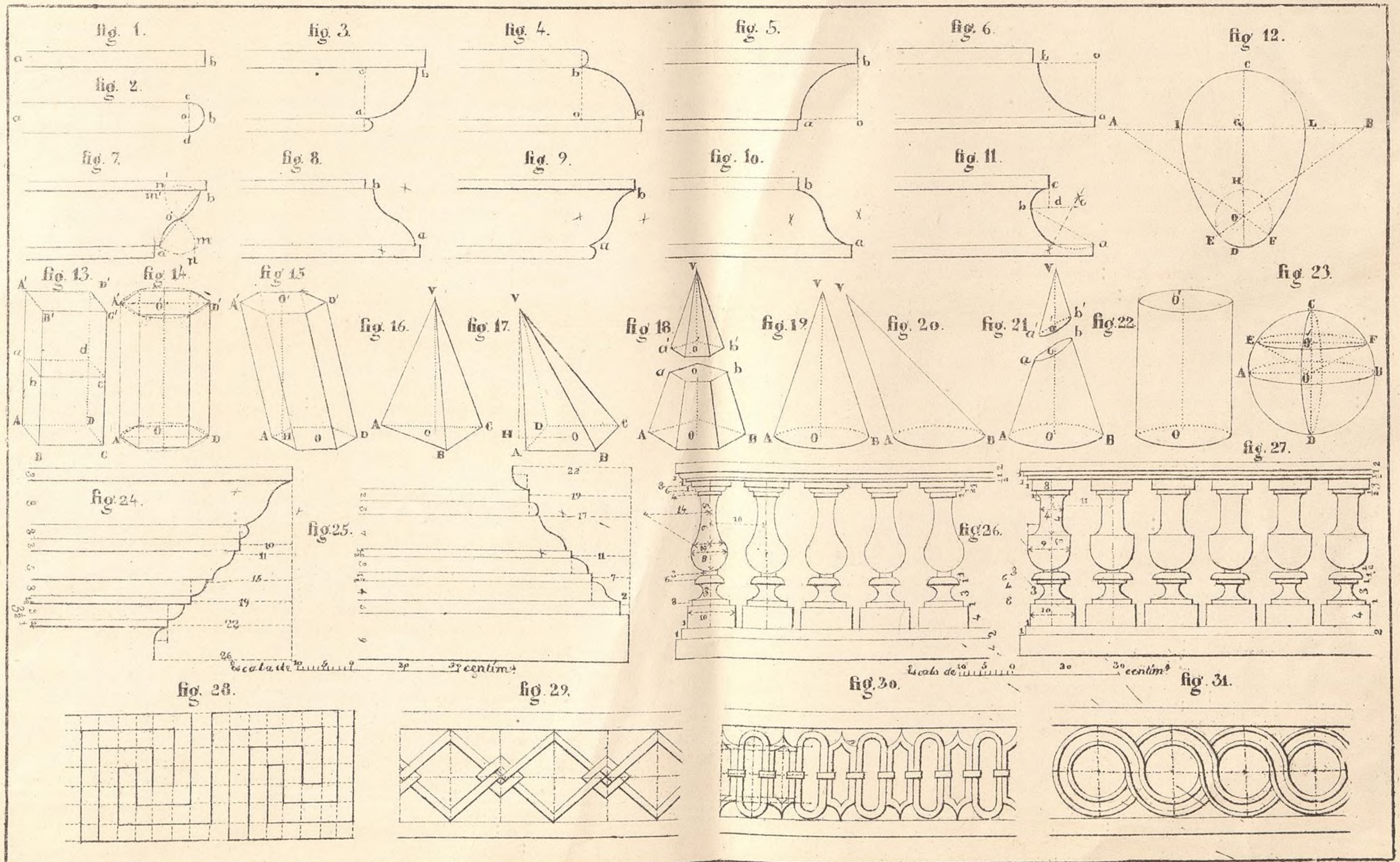
169. La (fig. 3.ª) representa un pavimento dividido en cuadrados. Para trazar dichos cuadrados (fig. 4.ª), se trazarán las diagonales *a c* y *b d* perpendicular entre sí, y se unirán los estremos *a b c* y *d*.

170. La (fig. 5.ª) representa una combinacion de octógonos; para trazarlos (fig. 6.ª), despues de hecha la division en cuadrados *m p n q*, tiraremos las diagonales *m n* y *p q*; se tomará la mitad *p o* de estas diagonales, y la llevaremos desde *m* hasta *c*, y hasta *h*; desde *p* á *b* y *é* y así sucesivamente, y uniendo los puntos *a, b, c, d,* etc., tendremos el octógono pedido.

171. La (fig. 7.ª) representa una combinacion de cubos ó exáedros. Para trazarlos (fig. 8.ª) determinada la altura *e c*, se llevará por la parte inferior hasta *a* trazaremos los triángulos equiláteros *a b c* y *d e f* uniremos el punto *g* con el *h*, y tendremos trazados los cubos.

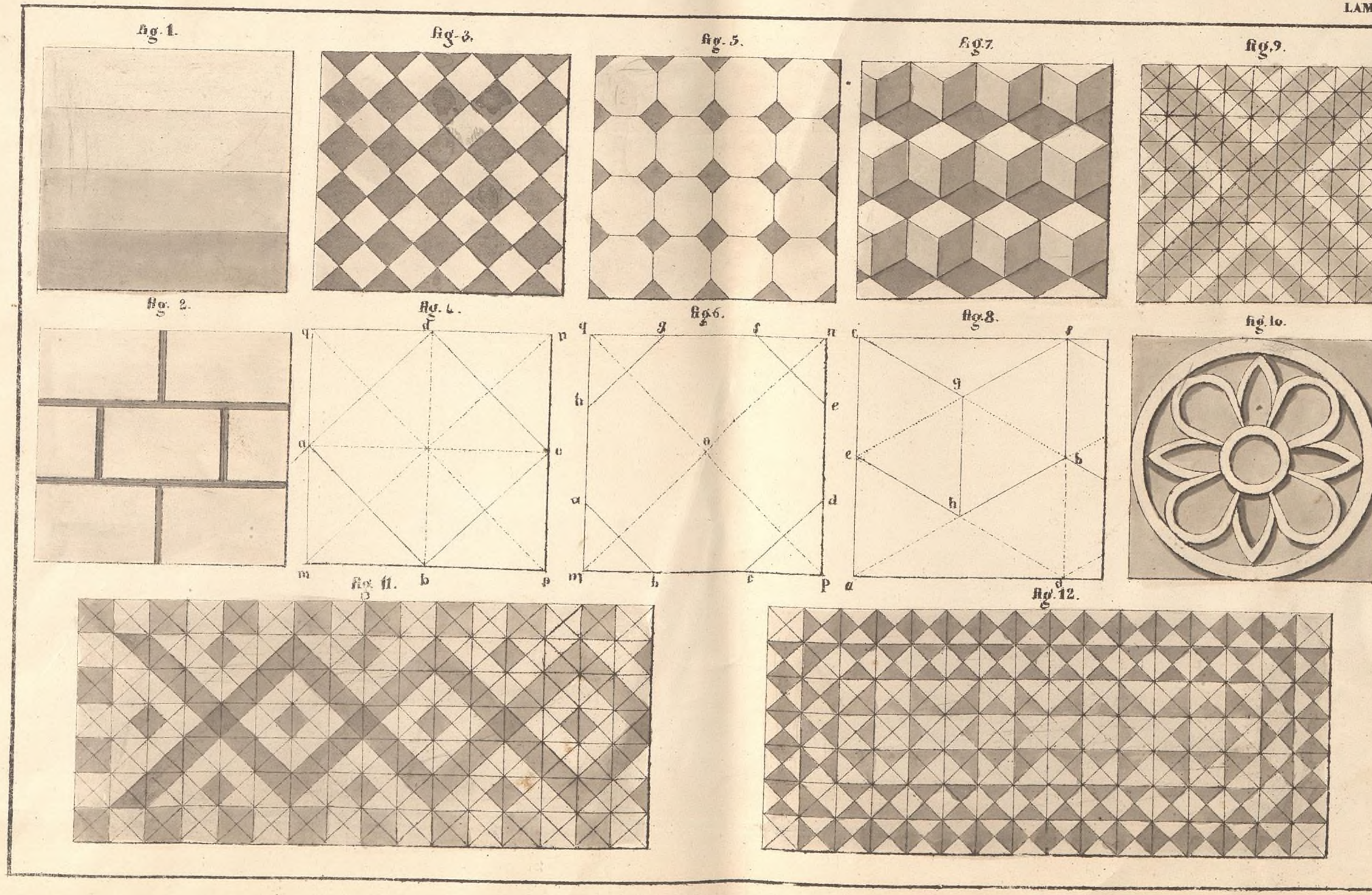
172. Los figs. 9, 10, 11, y 12 representan varios dibujos formados por medio de la cuadrícula, susceptibles de infinita variedad ya combinando diversamente los cuadrados y triángulos, ya la intensidad de las aguadas.

NOTA. Si dado el polígono A B C D etc., (fig. 35, lámina 1.ª) quisiéramos trazar otro semejante *a b c* etc., dado el lado *a b* hallaríamos una cuarta proporcional á los lados A B, *a b* y al rádio O A, y esta cuarta que es *o a* será el rádio del círculo circunscrito al polígono *a b c* etc., pedido, con lo cual puede trazarse.



Luis de Pereda y Lopez

LÁM. 3.



Luis de Pereda y Lopez

2-263

7614