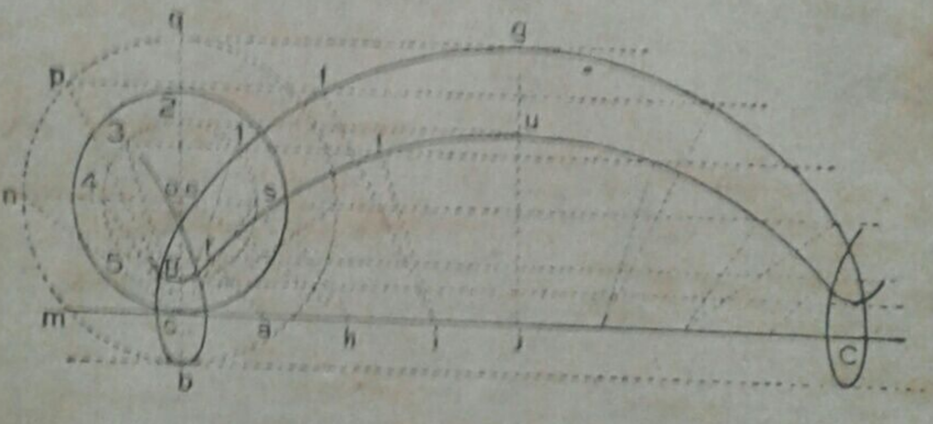
C. N. DE MELLO E CUNHA
PROFESSOR DA ESCOLA NAVAL

Curso de Desenho Geométrico e Elementar



Edição atualizada

LIVRARIA FRANCISCO ALVES
1961

Curso de Desenho Geométrico e Elementar

21-3-53

G. N. DE MELLO E CUNHA
Professor da Escola Naval

Curso de Desenho Geométrico e Elementar

4.ª EDIÇÃO
Revista e atualizada

LIVRARIA FRANCISCO ALVES
EDITORA PAULO DE AZEVEDO LTDA.
166, RUA DO OUVIDOR — RIO DE JANEIRO
SÃO PAULO | BELO HORIZONTE
292, Rua Líbero Badaró | Rua Rio de Janeiro, 655
1951

Nº 984

PREFÁCIO DA PRIMEIRA EDIÇÃO

AO LEITOR

Com o objetivo único de ser útil aos alunos do "curso de máquinas" da Escola Naval e também aos candidatos à matrícula no 3.º ano do curso de marinha, resolvi, organizar de acôrdo com os programas, quer de estudos de desenho daquele curso, quer de admissão ao 1.º ano do curso de marinha, o presente curso de desenho geométrico elementar.

Sendo o programa do exame de admissão ao 1.º ano do curso da marinha exatamente o mesmo que o de admissão ao 1.º ano do curso fundamental da Escola Politécnica, servirá também o presente trabalho àqueles candidatos.

Consultando os programas de ensino do desenho geométrico das demais escolas, julgo ainda servir êste livro para uso dos alunos de todos os estabelecimentos de instrução da República.

Dividimos o nosso trabalho em três partes: na primeira estudamos o desenho linear a mão livre, começando justamente na parte onde acaba o ensino primário do desenho, o desenho estigmatográfico.

Iniciamos assim o traçado da linha cuja direção e divisão estabelece a preparação para uma série de combinações retilíneas ou de retas e curvas.

Na segunda parte fazemos o estudo dos instrumentos, sua descrição e seu uso, o estudo das escalas, terminando com a solução dos principais problemas de geometria.

À terceira parte é destinada ao desenho de ornamento. Julgamos ter escrito um livro nas condições de ser adotado nos estabelecimentos de instrução; sabemos, entretanto, que êle deverá ter imperfeições, lacunas e defeitos, que nos serão desculpados, porquanto tendo sido nosso objetivo escrever para ensinar, foi também nosso intento aprender.

Sujeitamo-lo assim à crítica e análise dos competentes, a quem pedimos que nos apontem erros e defeitos.

G. MELLO E CUNHA

Parecer da comissão eleita pela congregação da Escola Naval para emitir juizo sobre este livro.

CÓPIA. — O curso de desenho geométrico e elementar que o Sr. Dr. Gregorio de Mello Cunha submeteu à apreciação da ilustre Congregação da Escola Naval, e cujo exame esta cometeu à comissão que abaixo se assina, abrange o estudo do DESENHO À MÃO LIVRE *e o* DESENHO LINEAR GEOMÉTRICO.

Antecedendo judiciosamente, como estabelecem abalisados mestres, o estudo do desenho à mão livre ao do linear geométrico, levou em linha de conta justas prescrições pedagógicas do ensino dessa utilíssima matéria que tantos e tão extraordinários serviços presta ao homem nas necessidades práticas de sua vida profissional. E, fazendo ainda preceder a essas duas partes de seu desenvolvido trabalho uma notícia dos princípios fundamentais da GEOMETRIA, *que servem de base ao conhecimento gradual e raciocinado dos processos de que a arte do desenho se auxilia para o cabal desempenho de seus inúmeros e utilíssimos designios, — bem salientou que é nessa importante* CIÊNCIA DA MEDIDA E PROPRIEDADE DA EXTENÇÃO, *que o desenho vai encontrar a segura prova da verdade de suas construções e, portanto, os recursos precisos para estabelecer a base de variadas doutrinas, sempre de resultados práticos nimiamente vantajosos.*

— Na 1.ª parte ocupa-se o autor dos preceitos para o DESENHO À MÃO LIVRE, *realizando diversos traçados e operações sem auxilio de instrumento, a fim de se não julgar inútil o rigor educativo que essa espécie de ensino reclama, evitando assim, ao mesmo tempo, que o* VÍCIO PELO EMPRÊGO DE INSTRUMENTOS *possa trazer a má vontade e até o tédio àqueles para que se destina êsse ensinamento, cujo moderno problema se pode resumir nesta admirável dualidade:* EDUCAR A MÃO NO SENTIMENTO DA FORMA E A VISTA NA EXATIDÃO DA GRANDEZA.

Apresenta ainda sucessivos modelos para serem copiados, podendo-se com êles produzir novas e variadas aplicações no intuito de desenvolver convenientemente aptidões e conhecimentos neste ramo tão proveitoso do estudo do desenho e que merece, de certo, atenção e carinho.

— A 2.ª parte com a descrição dos instrumentos a empregar na representação exata das figuras, acompanhando de conselhos e convenções necessárias à bôa execução dos problemas no rigor do traço e da grandeza.

Ocupa-se em seguida do estudo das escalas, tratando desenvolvidamente de suas diferentes espécies e indicando, com apropriados problemas, o modo de emprêgo dêsse valioso instrumento de comparação e de similhança — poderoso recurso no registo da imagem gráfica, ampliada ou reduzida, dos trabalhos da própria imaginação ou daqueles de que apenas há necessidade de grafar formas e dimensões já conhecidas.

Em capítulo imediato, longamente desenvolve graduada série de problemas geométricos, compendiando por essa maneira os princípios sistemáticos que devem servir de base segura e pronta à resolução de problemas de aplicação ornamental geométrica, assunto que CONTINUA NA TERCEIRA PARTE DO CURSO, em que termina o estudo do desenho geométrico, metódica e cuidadosamente formulado.

A 3.ª e última parte regista os elementos primordiais do desenho de ORNAMENTO: estabelece, em exemplos sucessivos, a série de DISPOSIÇÕES ORNAMENTAIS; faz interessante e detalhado estudo sôbre a PARTIÇÃO DOS PLANOS, e, sem deixar de dar claras e ligeiras noções sôbre TRAÇOS DE FÔRÇA, — auxílio de provada importância na determinação do relêvo — finaliza seu trabalho com exercícios aplicados de ornato geométrico plano, que poderão ser fàcilmente desenvolvidos pela habilidade de um diligente e cuidadoso operador.

Assim, pois, o CURSO DE DESENHO a que êste parecer se refere, encerra qualidades que o tornam digno de especial aprêço da douta Congregação da Escola Naval, vindo, além de preencher o fim a que se propõe, prestar ao ramo dos conhecimentos técnicos serviço de inestimável valia.

Rio de Janeiro, 17 de março de 1905. — *(Assinados)* JOÃO PEDRO DE AQUINO. — JOÃO DA COSTA PINTO. — AUGUSTO SATURNINO DA SILVA DINIZ *(relator)*.

Em tempo declara a Comissão que o "Curso de desenho geométrico e elementar" do Sr. Dr. Gregorio de Mello Cunha, satisfazendo o fim a que se propõe e prestando ao ramo dos conhecimentos técnicos serviço de inestimável valia, está no caso das disposições do § 1.º do art. 212 do regulamento vigente da Escola Naval. — *(Assinados)*: JOÃO PEDRO DE AQUINO — JOÃO DA COSTA PINTO. — AUGUSTO SATURNINO DA SILVA DINIZ. *Rio de Janeiro, 17 de março de 1905.* — *Escola Naval, em 18 de abril de 1905. (Assinado)*, LUCIDIO AUGUSTO PEREIRA DO LAGO, *Secretário*.

Êste parecer foi unânimemente aprovado em sessão de congregação de 29 de março de 1905.

PRIMEIRA PARTE

DESENHO LINEAR A MÃO LIVRE

CAPÍTULO I

NOÇÕES PRELIMINARES

O DESENHO, em sua accepção a mais geral, é a arte de representar por meio de linhas, de sombras e de tintas convencionais a forma visível, sensível ou palpável de todos os corpos que possam ser representados.

Util a tôdas as classes da sociedade, é o desenho a verdadeira linguagem gráfica, que nos fornece o meio mais simples e claro de comunicar as idéias relativas à forma dos corpos.

Constituindo um ramo essencial de educação geral em todos os graus, é também a base de tôda a educação técnica e industrial.

Util a tôdas as artes, quer liberais, quer mecânicas, o desenho presta o mais eficaz auxílio ao arquiteto, ao gravador, ao pintor, ao escultor, ao serralheiro, ao carpinteiro, ao mecânico, etc., dando-lhes o melhor meio de desenvolver a faculdade de observação e guiando-os no embelezamento de todos os objetos da natureza e da arte.

O desenho divide-se em **definido, imitativo** e **convencional**.

O caráter principal do desenho definido consiste na representação das formas com uma grande precisão; a geometria é, pois, a base de um tal desenho, porquanto é necessário medir as linhas dos contornos, afim de que a reprodução seja exata.

A parte do desenho definido que se refere sòmente ao traçado das figuras planas recebe a denominação de **desenho linear,** porque o seu traçado só admite o desenho de linhas combinadas de qualquer modo.

Assim, o **desenho linear geométrico** ou simplesmente o **desenho geométrico é a arte de representar gràficamente as relações definidas, que a geometria estabelece entre as diversas formas da extensão**.

Distinguem-se duas espécies de desenho linear: desenho linear **a simples vista** ou **a mão livre**, executado sem o auxílio de instrumentos, e desenho linear com o **auxílio de instrumentos** ou **a mão armada**.

O desenho a mão livre, educando os olhos na avaliação das grandezas, nas suas proporções e divisões, dá o hábito de apreciar os afastamentos das linhas, permitindo assim combiná-las ou associá-las, afim de reproduzir tôdas as figuras ou até inventá-las.

O desenho auxiliado, necessitando do emprêgo das escalas, das medidas e dos instrumentos, é um desenho exato e rigoroso e deve ter, portanto, por guia, a Geometria.

Deve-se primeiro estudar o desenho a mão livre, porquanto dando justeza aos olhos, audácia à mão e inculcando a percepção do belo nas curvas e conformação dos objetos, incute ao desenhador qualidades, que, uma vez adquiridas, tornar-se-ão depois exatas e precisas pelo desenho auxiliado.

O desenho imitativo trata também da representação das formas, mas não exige o mesmo rigor na determinação das medidas; exige, porém, a representação de tôdas as circunstâncias relativas à côr, ao claro-escuro, à situação, às partes iluminadas e sombreadas, de modo que a imagem do corpo exerça sôbre o órgão da vista a mesma sensação que o próprio corpo.

A êste gênero de desenho filia-se o desenho de **paisagem** e o de **figura**.

No desenho convencional, a representação gráfica das formas é completada ou assinalada, geralmente, por acôrdo prèviamente estabelecido, por sinais e côres convencionais.

O desenho **industrial**, o **topográfico**, o **geométrico**, pertencem a êste gênero de desenho.

Começamos o nosso curso pelo DESENHO A MÃO LIVRE, expondo antes as noções indispensáveis de Geometria.

NOÇÕES DE GEOMETRIA

A **linha reta** é a mais simples de tôdas as linhas (fig. 1). Ela pode ser caracterizada por algumas propriedades tais como: I) pode ser prolongada indefinidamente em dois sentidos; II) é a

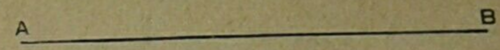


Fig. 1

menor distância entre dois quaisquer de seus pontos; III) duas retas distintas só podem ter um ponto comum; etc.

Qualquer ponto (O) de uma reta divide-a em duas **semi-retas**, cada uma das quais só pode ser prolongada num sentido. O ponto que limita a semi-reta no outro sentido é a **origem** da semi-reta (fig. 2).

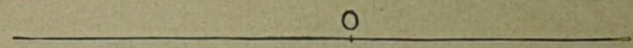


Fig. 2

A porção de reta compreendida entre dois pontos é um **segmento de reta** e os pontos referidos são os **extremos** do segmento (fig. 3).

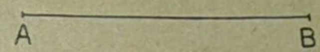


Fig. 3

Dois segmentos que têm um extremo comum se dizem **consecutivos**.

Dois segmentos pertencentes à mesma reta são **colineares**.

Linha **quebrada** ou **poligonal** é a formada por segmentos de reta consecutivos mas não colineares (fig. 4).

A linha que não é reta nem formada de porções de reta chama-se **curva**.

Superfície plana ou **plano** é uma superfície sôbre a qual pode aplicar-se, em tôda a sua extensão uma linha reta em tôdas as posições possíveis.

Uma figura se diz **plana** quando todos os seus pontos se acham situados no mesmo plano.

Duas figuras situadas no mesmo plano chamam-se **complanares**.

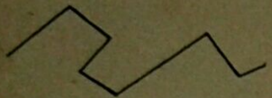


Fig. 4

Fig. 5

Fig. 5a

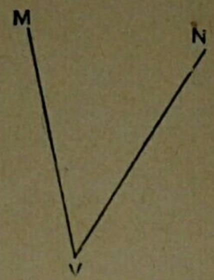


Fig. 6

O **ponto** é a intercessão de duas linhas. Em desenho representa-se o ponto pela intercessão de dois pequenos traços (fig. 5).

Duas retas complanares ou têm ponto comum e se chamam **concorrentes** ou não têm ponto comum e se dizem **paralelas** (figura 5a).

Entre as direções que uma reta pode ocupar distinguimos:

I) a **vertical,** dada pela direção do fio a prumo. Este instrumento consiste numa peça metálica de forma cônica presa à extremidade de um fio. Suspendendo o fio pela outra extremidade e abandonando-o a si mesmo, depois de algumas oscilações, êle se torna imóvel; a direção do fio nesta posição é a vertical.

II) a **horizontal,** que é a direção das águas tranquilas.

III) a **inclinada,** direção que não é nem vertical nem horizontal.

Angulo (fig. 6) é a figura formada por duas semi-retas que têm a mesma origem. As semi-retas são os lados do ângulo e a origem comum delas é o **vértice**.

Quando um ângulo está isolado basta, para designá-lo, uma letra colocada no vértice; mas, quando vários ângulos têm o mesmo vértice, empregam-se três letras para designá-lo, correspondendo a do meio ao vértice e as outras, respectivamente, a cada lado (fig. 7).

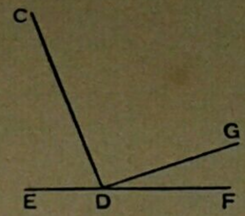


Fig. 7

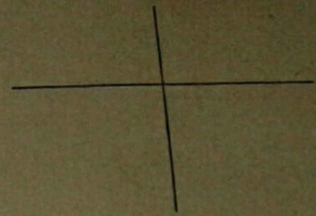


Fig. 8

Dois ângulos são **adjacentes** quando têm o mesmo vértice e um lado comum que os separa. (FDG e GDC na fig. 7). Duas retas concorrentes ou formam ângulos adjacentes iguais e são **perpendiculares** (fig. 8), ou formam ângulos adjacentes desiguais e são **oblíquas** (fig. 9). No primeiro caso, cada ângulo é um ângulo reto (fig. 10). No 2.º caso, um dos ângulos adjacentes é menor do que o ângulo reto e se chama **agudo,** (fig. 11), o outro é maior do que o ângulo reto e se chama ângulo **obtuso** (fig. 12).

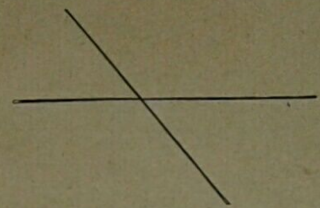


Fig. 9

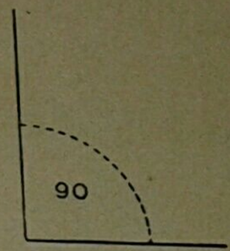


Fig. 10

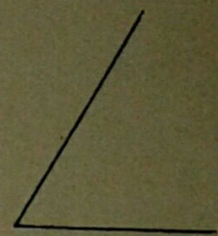


Fig. 11

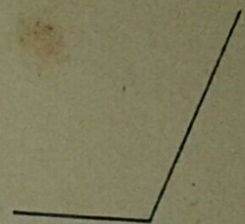


Fig. 12

Os ângulos se medem pelos arcos compreendidos entre os seus lados. Assim, o ângulo reto que compreende um quadrante mede 90°. O ângulo obtuso tem por medida mais de 90° e o agudo menos de 90°.

Todos os ângulos retos são iguais.

Bissetriz de um ângulo, é a semi-reta que o divide ao meio (fig. 13).

Circunferência é uma curva plana, fechada, cujos pontos são equidistantes de um ponto interior, que se denomina **centro** (figura 14).

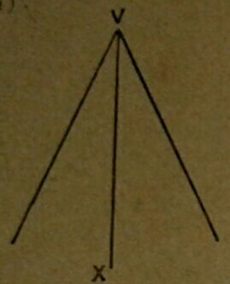


Fig. 13

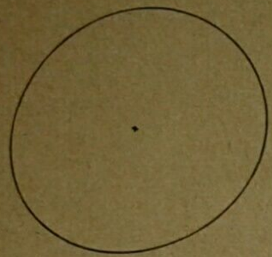


Fig. 14

A porção do plano limitada pela circunferência é o **círculo**.

Arco é uma porção de curva compreendida entre dois pontos (fig. 15).

A circunferência se divide em 360 arcos iguais denominados **graus;** o grau se divide em 60 **minutos** e o minuto em 60 **segundos**. Esta é a divisão sexagesimal da circunferência. Designa-se o grau por um pequeno zero colocado à direita e um pouco acima do número; os minutos e segundos designam-se respectivamente por um e dois acentos colocados do mesmo modo. Assim 14°35'20" lê-se: 14 graus 35 minutos e 20 segundos.

O arco igual à quarta parte da circunferência chama-se **quadrante** (AB, fig. 16).

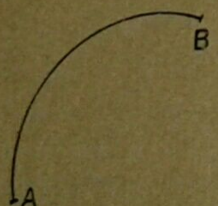


Fig. 15

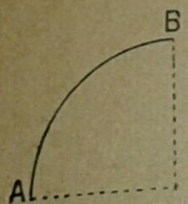


Fig. 16

Raio é o segmento de reta que liga o centro a qualquer ponto da circunferência (OB, OB, OC, fig. 17).

Corda é o segmento de reta que liga dois pontos da circunferência (DE, fig. 17).

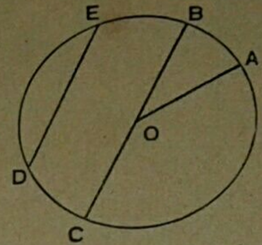


Fig. 17

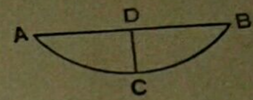


Fig. 18

A corda que passa pelo centro é um **diâmetro** (CB, fig. 17).

Na mesma circunferência todos os raios são iguais entre si, todos os diâmetros são iguais entre si, sendo cada diâmetro o dôbro do raio.

Flecha é o segmento de reta que liga o meio do arco ao meio da corda que o subtende CD, (fig. 18).

A reta que tem dois pontos comuns com a circunferência é uma **secante** (MN, fig. 19).

A reta que tem um só ponto comum com a circunferência é uma **tangente** (ST, fig. 19).

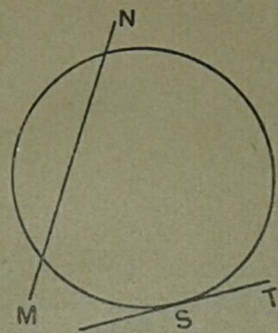


Fig. 19

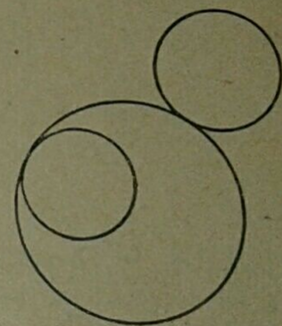


Fig. 20

As circunferências que só têm um ponto comum também se dizem **tangentes** (fig. 20).

Polígono é a figura formada por uma linha quebrada fechada. Os segmentos da linha quebrada são os **lados** do polígono. Os ângulos formados pelos lados são os ângulos do polígono (fig. 21).

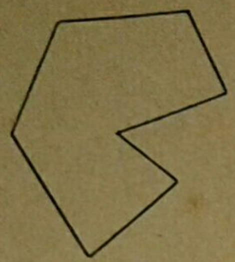


Fig. 21

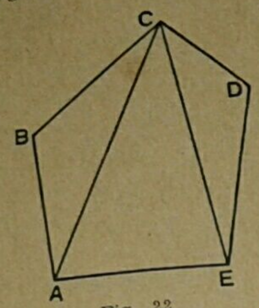


Fig. 22

O segmento de reta que liga dois vértices não consecutivos do polígono chama-se **diagonal** (CA e CE, fig. 22).

Um polígono é **equiângulo** quando tem todos os ângulos iguais entre si; é **equilátero** quando tem todos os lados, iguais entre si.

O polígono ao mesmo tempo equilátero e equiângulo é chamado **regular** (fig. 23).

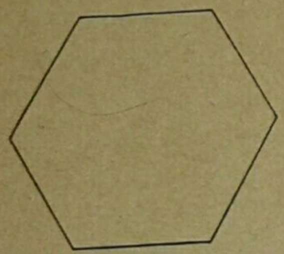


Fig. 23

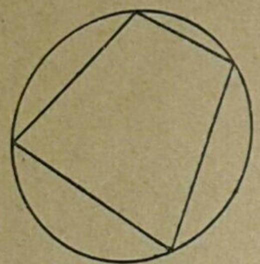


Fig. 24

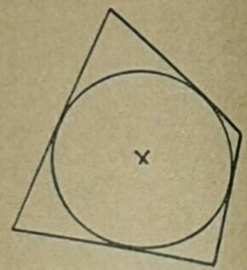


Fig. 25

Um polígono é **inscrito** em uma circunferência quando tem todos os seus vértices na circunferência; diz-se, então, que a circunferência é **circunscrita** ao polígono (fig. 24).

Um polígono é **circunscrito** a uma circunferência quando seus lados são tangentes à circunferência; nesse caso a circunferência é **inscrita** no polígono (fig. 25).

Em qualquer polígono regular se pode inscrever e circunscrever uma circunferência. O centro comum dessas duas circunferências é o **centro** do polígono regular (fig. 26).

O raio da circunferência inscrita é o **apótema** do polígono regular (OA, fig. 26).

O raio da circunferência circunscrita é o **raio** do polígono regular (OR, fig. 26).

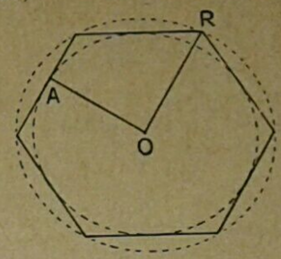


Fig. 26

Os polígonos se denominam, conforme o número de lados: **triângulo** (3 lados) **quadrilátero** (4 lados), **pentágono** (5 lados), **hexágono** (6 lados), **heptágono** (7 lados), **octógono** (8 lados) **eneágono** (9 lados), **decágono** (10 lados), **undecágono** ou **hendecágono** (11 lados), **dodecágono** (12 lados), **pentadecágono** (15 lados), **icoságono** (20 lados).

Os outros polígonos não têm nomes particulares; assim, diz-se: um polígono de 17, de 19 lados, etc.

Um triângulo é **retângulo** (fig. 27) quando tem um ângulo reto. Neste caso, os lados do ângulo reto chamam-se **catetos** e o lado oposto, **hipotenusa**.

O triângulo que tem um ângulo obtuso é **obtusângulo** (fig. 28).

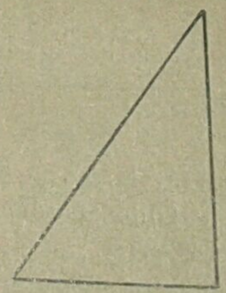


Fig. 27

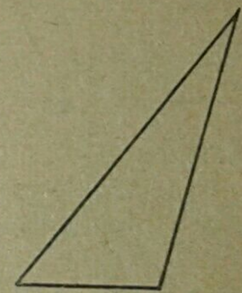


Fig. 28

O triângulo que tem todos os ângulos agudos é **acutângulo** (fig. 29).

Se os três lados do triângulo são iguais êle se diz **equilátero**; (fig. 30); se só dois lados são iguais, **isósceles** ou **simétrico** (fig. 31); se os lados são desiguais, **escaleno** (fig. 32).

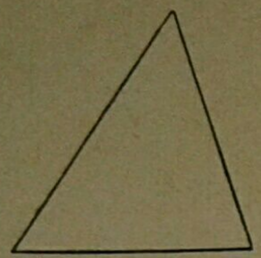


Fig. 29

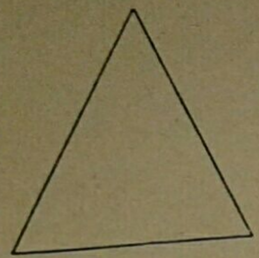


Fig. 30

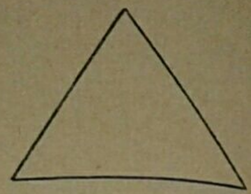


Fig. 31

Altura de um triângulo é o segmento da perpendicular tirada do vértice sôbre o lado oposto ou sôbre o seu prolongamento CD, figs. 33 e 34).

O lado sôbre o qual se traça a altura é chamado **base** do triângulo. Qualquer lado do triângulo pode, portanto, ser considerado como base. No caso especial do triângulo isósceles, entretanto, chama-se base ao lado diferente.

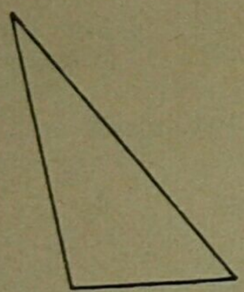


Fig. 32

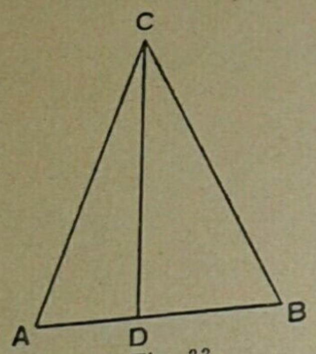


Fig. 33

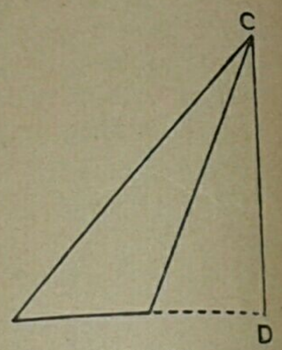


Fig. 34

No caso do triângulo retângulo, chama-se simplesmente **altura** àquela relativa à hipotenusa, pois as outras duas coincidem com os catetos.

O quadrilátero que tem os lados paralelos dois a dois é um **paralelogramo** (fig. 35).

O quadrilátero equiângulo é o **retângulo**. Os seus quatro ângulos são retos (fig. 36).

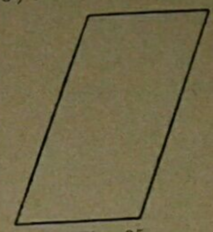


Fig. 35

O quadrilátero equilátero é o **losango** (fig. 37).

O quadrilátero regular, isto é, equilátero e equiângulo, é o **quadrado** (fig. 38).

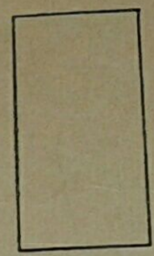


Fig. 36

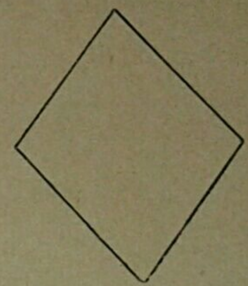


Fig. 37

O retângulo, o losango e o quadrado são casos particulares do paralelogramo

Em qualquer paralelogramo as diagonais se cortam ao meio (fig. 39). Além disso, no caso do retângulo elas são iguais

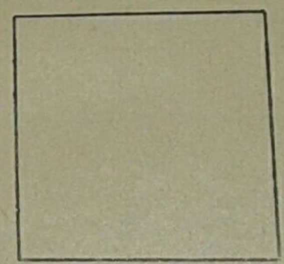


Fig. 38

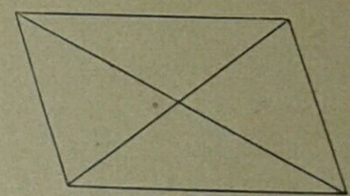


Fig. 39

(*fig.* 40); no caso do losango elas são perpendiculares (*fig.* 41). Finalmente, no quadrado as diagonais cortam-se ao meio, são iguais e perpendiculares (*fig.* 42).

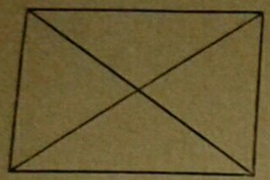


Fig. 40

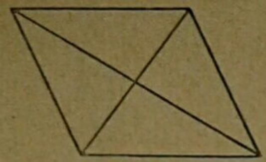


Fig. 41

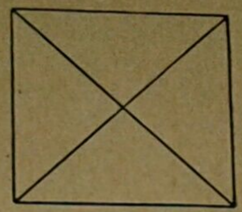


Fig. 42

Trapézio é o quadrilátero que só tem dois lados paralelos, os quais se chamam **bases;** a distância entre as bases é a **altura** do trapézio.

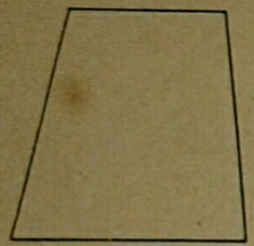


Fig. 43

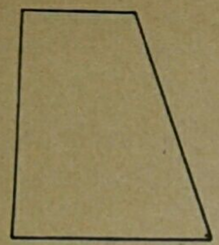


Fig. 44.

Fig. 45

Se os lados não paralelos são iguais, o trapézio é **isósceles** ou **simétrico** (*fig.* 43); se um dêles é perpendicular às bases, o trapézio é **retângulo** (*fig.* 44); não sendo isósceles nem simétrico é **escaleno** (*fig.* 45).

CAPÍTULO II

COMBINAÇÕES RETILINEAS

Os primeiros exercícios de desenho a mão livre devem ser feitos no quadro negro a giz e depois reproduzidos a lapis, no papel.

O quadro negro é um quadro de madeira pintado de preto, tendo a forma de um retângulo.

Para traçar deve fixar-se verticalmente o quadro negro contra um muro ou parede, ou então colocá-lo sôbre um cavalete, fig. 46.

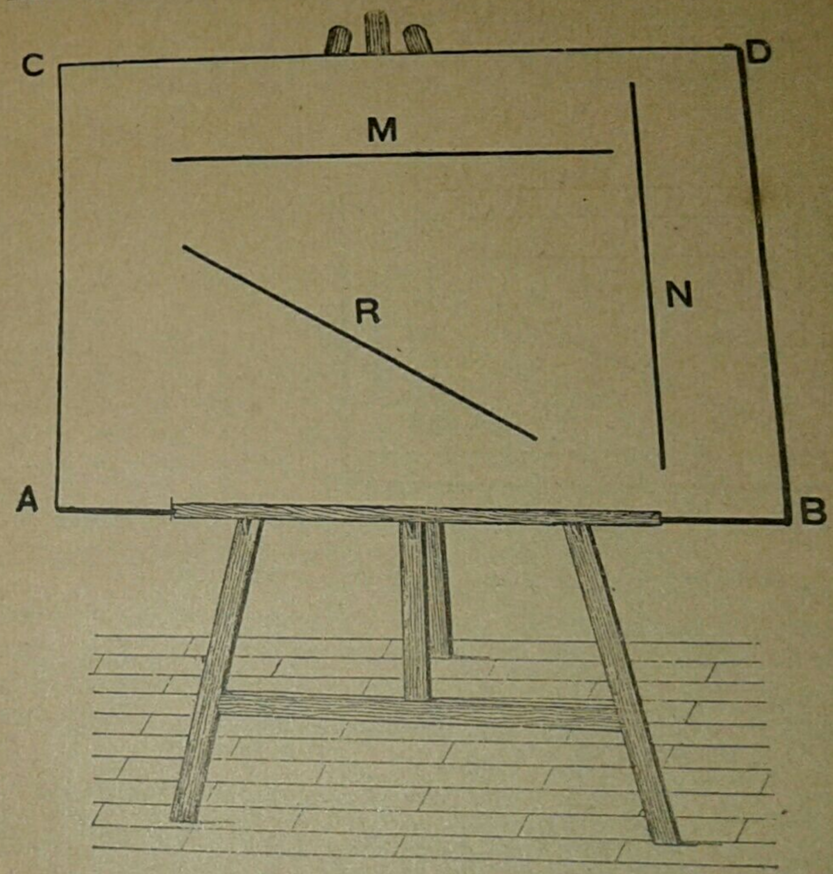


Fig. 46

Estando ele assim disposto, os lados CD e AB, que ficam para cima e para baixo em relação ao desenhador, colocado em frente, são as **bases do quadro**.

Os outros dois lados AC e BD recebem a denominação de **lados do quadro**.

Suposto o quadro fixado verticalmente, as bases têm a direção da horizontal e os lados a direção da vertical.

Toda reta M paralela a uma das bases do quadro é denominada **reta horizontal,** fig. 46.

Tôda reta N paralela a um dos lados do quadro é uma **reta vertical,** fig. 46.

Toda reta R que não segue nenhuma das direções precedentemente explicadas é uma **reta inclinada,** fig. 46.

Em geral, quando o desenho é feito no papel, deve-se ter sempre uma **prancheta,** fig. 47, na qual se fixa o papel.

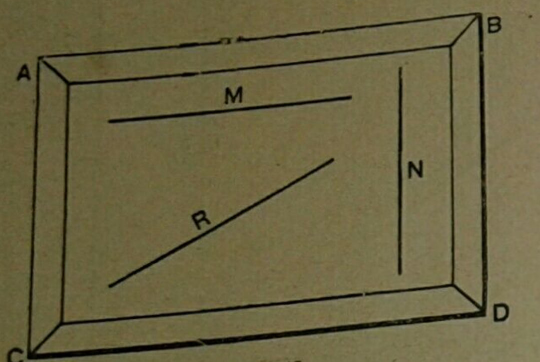


Fig. 47

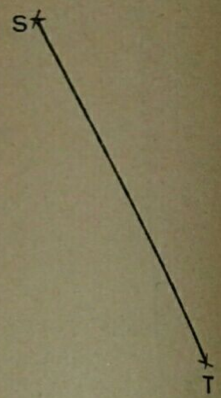


Fig. 48

A prancheta é uma tábua de forma retangular.

Para que fique a tábua bem desempenada, os lados do quadro são encabeirados com madeira mais resistente.

A tábua deve ser bastante lisa, de pinho ou de outra madeira mole, a fim de que não se estraguem as pontas dos instrumentos, especialmente as dos compassos.

As faces planas correspondentes aos lados e bases da prancheta devem ser rigorosamente planas e perpendiculares entre si para que se prestem ao uso do **tê**.

Deve-se escolher uma prancheta, cuja madeira não tenha nós; os nós em uma prancheta constituem um grave defeito.

A prancheta deve ser colocada sôbre a mesa em relação ao desenhador em posição semelhante à do quadro preto sôbre o cavalete, isto é, de modo que os menores lados AC e BD, fig. 47, do retângulo fiquem, um à direita e o outro à esquerda do desenhador.

Há mesas que são verdadeiras pranchetas, podendo receber a inclinação que se quiser, na posição acima descrita, por um dispositivo apropriado.

A fôlha de papel tendo, geralmente, a forma de um retângulo, deve ficar colocada sôbre a prancheta como esta fica sôbre a mesa.

Nestas condições subsiste, por extensão, para o papel a convenção estabelecida para a definição de **horizontal, vertical** e **inclinada** no quadro preto.

Para os exercícios no quadro preto deve o desenhador munir-se de uma esponja ou um apagador e de bastões de giz, aparados uns em ponta cônica para os traçados curvilíneos, outros em bisél para os traçados retilíneos. Para os exercícios sôbre o papel deverá ter sòmente o lapis.

No começo dos seus exercícios, para corrigir pouco a pouco os defeitos do traçado a mão livre, usará a borracha, a qual procurará com o tempo dispensar, porquanto deve ser seu objetivo traçar, usando unicamente o lapis, isto é, desenhar, a mão livre sôbre uma superfície, sem dispôr de auxílio algum, utilizando exclusivamente olhos e mão.

Como marco de comparação para estimar a grandeza das linhas o desenhador deve ter uma régua graduada com as divisões e subdivisões do metro, com a qual medirá um grande número de linhas ou de objetos, até obrigar a vista a medir e a memória, a reter a grandeza retilínea adotada como unidade.

1 Ligar um ponto a outro por uma reta.

S e T pontos dados, fig. 48.

1 — Dirigindo um golpe de vista, quase ao mesmo tempo, para os dois pontos dados, tem-se imediatamente a direção da reta que passa por esses pontos; esta observação é preliminar e necessária.

2 — Coloque-se o giz ou o lapis em um dos pontos, em S por exemplo, e se o dirija para o ponto T, procurando não se afastar da direção observada.

3 — À medida que se traça, olha-se, o mais simultaneamente que fôr possivel, para a extremidade do instrumento que traça e para o ponto T.

Observação. — Para que se chegue a executar o exercício com precisão, deve-se começar por pontos pouco afastados e gradualmente se vão espaçando os pontos, até que se chegue a traçar retas por pontos muito distantes um do outro e em todas as direções.

2 Traçar uma reta horizontal.

1 — Segundo a definição de reta horizontal, todos os pontos de tal reta, fig. 49, devem ficar equidistantes de qualquer das bases do quadro.

2 — O traçado se executa sem interrupção, com movimento lento, da esquerda para a direita, com a mão leve e firme.

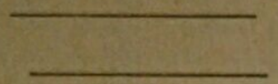


Fig. 49

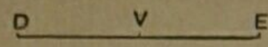


Fig. 50

3 — Este exercício deve ser cuidadosamente repetido, já para fazer da vista um instrumento de precisão, já para adquirir com segurança o sentimento da direção horizontal.

3 Dividir um segmento de reta horizontal em 2 partes iguais.

DE o segmento dado, fig. 50.

1 — Determine-se calculando só pela vista, sôbre o segmento dado um ponto V tal, que as distâncias DV e EV sejam iguais.

2 — O exercício deve ser insistentemente repetido até que se chegue a executá-lo com precisão.

4 Dividir um segmento de reta horizontal em 4 partes iguais.

JK o segmento dado, fig. 51.

1 — Divida-se o segmento dado ao meio, problema 2.

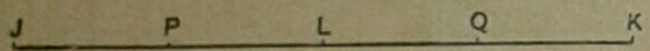


Fig. 51

2 — Subdivida-se cada uma das partes, JL e KL ao meio pelos pontos P e Q.

Observação — O problema 2 resolve de uma maneira geral o problema da divisão de um segmento de reta horizontal em um número de partes igual a uma potência qualquer de 2.

5 Dividir um segmento de reta horizontal em 3 partes iguais.

SV segmento dado, fig. 52.

1 — Tendo avaliado, à vista, a terça parte do segmento dado, marque-se sôbre êle um ponto T tal que a distância ST represente essa fração.

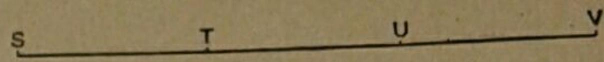


Fig. 52

2 — Marque-se um segundo ponto U, que diste do extremo V de uma quantidade igual a ST.

3 — A distância dos dois pontos marcados deve ser tal que se tenha ST = TU = UV.

Observação — Dividindo cada uma das partes ST, TU e UV em 3 partes iguais, cada uma das partes obtidas novamente em 3 partes iguais e assim, sucessivamente, obtém-se a divisão em 3^n partes iguais.

6 Dividir um segmento de reta horizontal em 6 partes iguais.

AB segmento dado, fig. 53.

1 — Divida-se a reta dada em 2 partes iguais, problema 2.

2 — Subdivida-se cada uma das partes obtidas AF e FB em 3 partes iguais, problema 4.

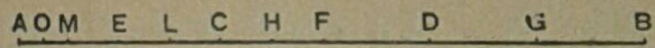


Fig. 53

Observação — É claro que se subdividir-se cada uma das partes AE, EC, . . . ao meio, ficará o segmento dado dividido em 12 partes iguais; igualmente dividindo cada uma das partes AM, ME, EL. . . ao meio, ficará o segmento AB dividido em 24 partes iguais e assim sucessivamente.

3 — À medida que se traça, olha-se, o mais simultaneamente que fôr possível, para a extremidade do instrumento que traça e para o ponto T.

Observação. — Para que se chegue a executar o exercício com precisão, deve-se começar por pontos pouco afastados e gradualmente se vão espaçando os pontos, até que se chegue a traçar retas por pontos muito distantes um do outro e em todas as direções.

2 Traçar uma reta horizontal.

1 — Segundo a definição de reta horizontal, todos os pontos de tal reta, fig. 40, devem ficar equidistantes de qualquer das bases do quadro.

2 — O traçado se executa sem interrupção, com movimento lento, da esquerda para a direita, com a mão leve e firme.

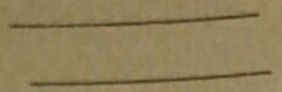


Fig. 49

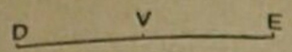


Fig. 50

3 — Este exercício deve ser cuidadosamente repetido, já para fazer da vista um instrumento de precisão, já para adquirir com segurança o sentimento da direção horizontal.

3 Dividir um segmento de reta horizontal em 2 partes iguais.

DE o segmento dado, fig. 50.

1 — Determine-se calculando só pela vista, sôbre o segmento dado um ponto V tal, que as distâncias DV e EV sejam iguais.

2 — O exercício deve ser insistentemente repetido até que se chegue a executá-lo com precisão.

4 Dividir um segmento de reta horizontal em 4 partes iguais.

JK o segmento dado, fig. 51.

1 — Divida-se o segmento dado ao meio, problema 2.

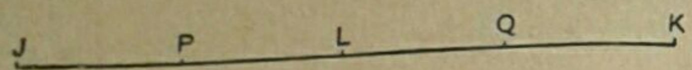


Fig. 51

2 — Subdivida-se cada uma das partes, JL e KL ao meio pelos pontos P e Q.

Observação — O problema 2 resolve de uma maneira geral o problema da divisão de um segmento de reta horizontal em um número de partes igual a uma potência qualquer de 2.

5 Dividir um segmento de reta horizontal em 3 partes iguais.

SV segmento dado, fig. 52.

1 — Tendo avaliado, à vista, a terça parte do segmento dado, marque-se sôbre êle um ponto T tal que a distância ST represente essa fração.

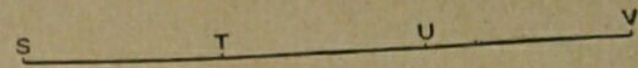


Fig. 52

2 — Marque-se um segundo ponto U, que diste do extremo V de uma quantidade igual a ST.

3 — A distância dos dois pontos marcados deve ser tal que se tenha ST = TU = UV.

Observação — Dividindo cada uma das partes ST, TU e UV em 3 partes iguais, cada uma das partes obtidas novamente em 3 partes iguais e assim, sucessivamente, obtém-se a divisão em 3ⁿ partes iguais.

6 Dividir um segmento de reta horizontal em 6 partes iguais.

AB segmento dado, fig. 53.

1 — Divida-se a reta dada em 2 partes iguais, problema 2.

2 — Subdivida-se cada uma das partes obtidas AF e FB em 3 partes iguais, problema 4.

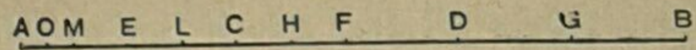


Fig. 53

Observação — É claro que se subdividir-se cada uma das partes AE, EC, . . . ao meio, ficará o segmento dado dividido em 12 partes iguais; igualmente dividindo cada uma das partes AM, ME, EL . . . ao meio, ficará o segmento AB dividido em 24 partes iguais e assim sucessivamente.

Portanto, os problemas 2 e 4 resolvem de uma maneira geral o problema da divisão de um segmento em um número igual a 3×2^n partes iguais.

5 Dividir um segmento de reta horizontal em 3 partes iguais. partes iguais.

XZ segmento dado, **divisão em 5 partes,** fig. 54.

1 — Avalie-se, à simples vista, a quinta parte do segmento dado e tome-se sôbre êle um ponto Y, distante do extremo X uma grandeza igual àquela quinta parte.

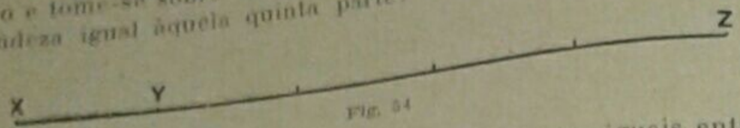


Fig. 54

2 — A parte restante YZ dividida em 4 partes iguais entre si, problema 4, resolve o problema.

AB segmento dado, **divisão em 7 partes,** fig. 55.

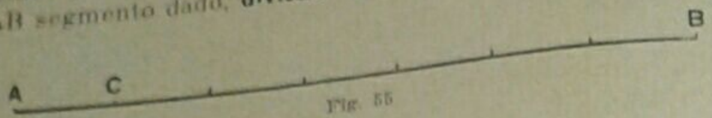


Fig. 55

1 — Avalie-se a sétima parte do segmento dado e marque-se o ponto C que limita a partir do extremo A, essa fração do segmento.

2 — A parte restante CB dividida em 6 partes iguais, problema 6, resolve o problema.

EF segmento dado, **divisão em 9 partes,** fig. 56.

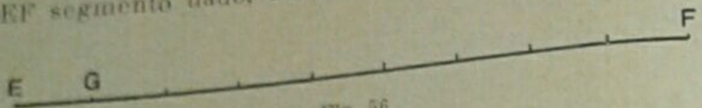


Fig. 56

1 — Marque-se a distância EG, que represente a nona parte do segmento dado; a parte restante GF divida-se em 8 partes iguais.

Observação 1.ª — Esta construção é geral e resolve de uma maneira completa o problema da divisão de um segmento de reta horizontal em um número qualquer ímpar de partes iguais.

Observação 2.ª — Esta construção combinada com o problema 3 resolve de uma maneira geral o problema da divisão de um segmento de reta horizontal em um número igual a 5×2^n, 7×2^n, 9×2^n, ... de partes iguais.

Com efeito, basta dividir cada uma das partes obtidas nas figs. 54, 55 e 56 em um número de partes, igual a uma potência qualquer de 2.

Observação 3.ª — Esta construção resolve ainda de uma maneira geral o problema da divisão de um segmento de reta horizontal em 5^n, 7^n, 9^n, ..., partes iguais.

8 Dividir um segmento de reta horizontal em um número qualquer de partes iguais.

1.º caso — o número dado é primo.

1 — Resolve-se o problema pela combinação dos problemas 3, 5 e 7.

2.º caso — o número não é primo.

1 — Decompõe-se o número dado em seus fatores primos e procede-se como no 1.º caso.

2 — Seja 105 o número de partes em que se quer dividir o segmento dado QR, fig. 57.

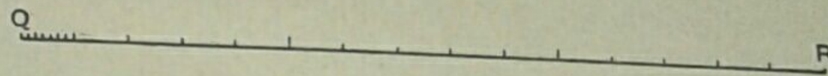


Fig. 57

3 — Decomponha-se 105 em fatores primos, o que dá $105 = 3 \times 5 \times 7$.

4 — Divida-se QR em 3 partes iguais, problema 5.

5 — Cada uma das partes divida-se em 5 partes iguais, problema 7.

6 — Cada uma das divisões obtidas divida-se em 7 partes iguais, problema 7.

7 — Nessas divisões sucessivas deve seguir-se sempre a ordem crescente de grandeza.

Observação — Quando o número primo de partes em que se quer dividir o segmento dado é muito grande a divisão, como foi indicada no 1.º caso, apresenta grande dificuldade.

Como meio aproximado procede-se do seguinte modo:

AB segmento dado, quer-se dividi-lo em 29 partes iguais, figura 58.

1 — Tome-se um número par imediatamente superior ou inferior ao número dado, 28 por exemplo.

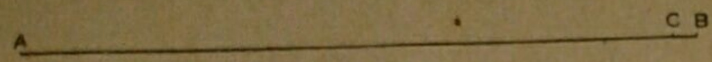


Fig. 58

2 — Divida-se o segmento dado nesse número de partes.

3 — Considere-se BC, que corresponde a $\frac{1}{28}$ do segmento dado, como representando $\frac{1}{29}$ e divida-se a parte restante AC em 28 partes iguais.

9 Traçar uma reta vertical.

1 — Segundo a definição da vertical, fig. 59, todos os pontos de uma tal reta devem ficar equidistantes dos lados do quadro.

2 — O traçado se executa sem interrupção, de cima para baixo, com a mão leve e firme.

Os problemas **3, 4, 5, 6, 7** e **8,** têm inteira aplicação ao caso da reta vertical.

10 Dividir um segmento de reta vertical em 2 partes iguais, (fig. 60).

11 Dividir um segmento de reta vertical em 4 partes iguais e em geral em 2^n partes iguais, (fig. 61).

12 Dividir um segmento de reta vertical em 3 partes iguais e em geral em 3^n partes iguais, (fig. 62).

13 Dividir um segmento de reta vertical em 6 partes iguais e em geral 3×2^n partes iguais, (fig. 63).

14 Dividir um segmento de reta vertical em 5, 7, 9,... partes iguais, e em geral em 5×2^n, 7×2^n, ..., partes iguais, (fig. 64).

15 Dividir um segmento de reta vertical em um número qualquer de partes iguais.

Quer-se dividir em 23 partes iguais, fig. 65.

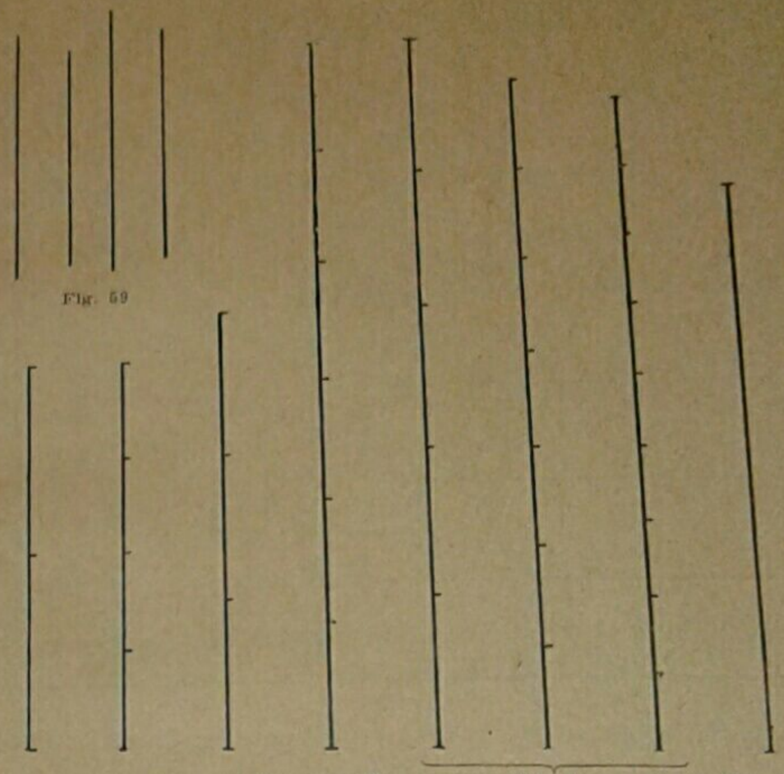


Fig. 59

Fig. 60 Fig. 61 Fig. 62 Fig. 63 Fig. 64 Fig. 65

1 — Segundo a observação do problema **7,** 2.º caso, a menor distância aí marcada = $\frac{1}{22}$ do segmento dado.

2 — A parte restante se divide em 22 partes iguais.

16 Traçar retas horizontais equidistantes.

1 — Trace-se uma reta vertical fig. 66.

2 — Sôbre ela marquem-se sucessivamente distâncias iguais.

3 — Pelos pontos marcados, tracem-se as retas horizontais pedidas.

17 Traçar retas verticais equidistantes.

1 — Trace-se uma reta horizontal fig. 67.

2 — Sôbre ela marquem-se sucessivamente distâncias iguais.

3 — Pelos pontos marcados tracem-se as verticais pedidas.

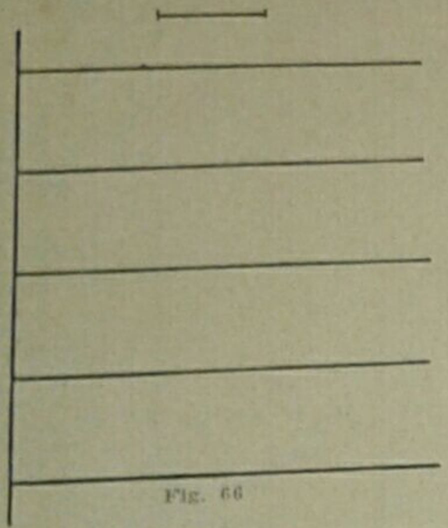


Fig. 66

Fig. 67

18 Traçar uma reta inclinada.

1 — Uma reta **inclinada** não seguindo nem a direção da horizontal, nem a direção da vertical, os seus pontos não gozam, como os daquelas retas, da propriedade comum de serem equidistantes

das bases ou dos lados do quadro; não há, pois, uma reta que possa servir de guia para traçar as retas inclinadas.

2 — O traçado se executa seguidamente, sem interrupção, sempre com a mão leve e firme, escolhendo a direção que mais convenha, isto é, da direita para a esquerda, da esquerda para a direita, ou de cima para baixo, fig. 68.

Os problemas **3, 4, 5, 6, 7** e **8,** têm aplicação também ao caso de um segmento de reta inclinada; assim seguem-se os problemas:

19 Dividir um segmento de reta inclinada em 2 partes iguais, fig. 69.

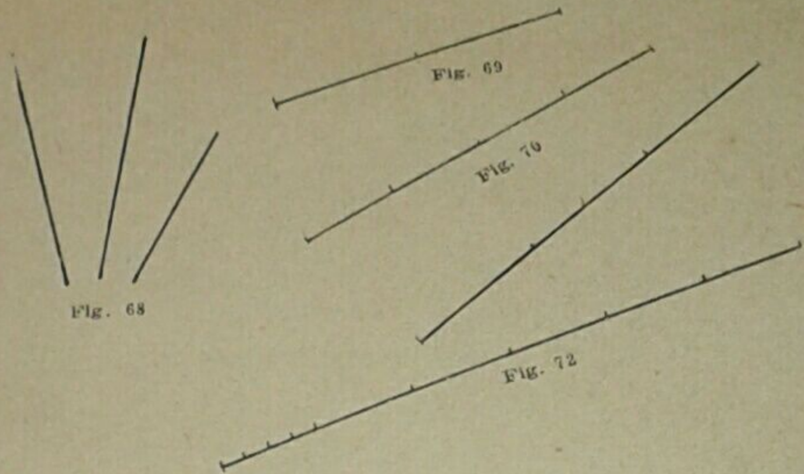


Fig. 68

Fig. 69

Fig. 70

Fig. 72

20 Dividir um segmento de reta inclinada em 4 partes iguais, e em geral em 2^n partes iguais, fig. 70.

21 Dividir um segmento de reta inclinada em 3 partes iguais e em geral 3^n partes, fig. 71.

22 Dividir um segmento de reta inclinada em 6 partes iguais e em geral em 3×2^n partes iguais, fig. 72.

23 **Dividir um segmento de reta inclinada em 5, 7 e 9 partes iguais, figs. 71, 72 e 73, e em geral em 5×2^n, 7×2^n, 9×2^n e também em 5^a, 7^a e 9^a partes iguais, figs. 73, 74, 75.**

24 **Dividir um segmento de reta inclinada em um número qualquer de partes iguais, fig. 76.**

25 **Traçar uma reta vertical por um ponto de uma reta horizontal, fig. 77.**

1 — Trace-se uma reta horizontal problema 2.
2 — Por um ponto qualquer trace-se a vertical problema 9.
3 — Os quatro ângulos formados são iguais e retos.
4 — A vertical é perpendicular à reta horizontal.

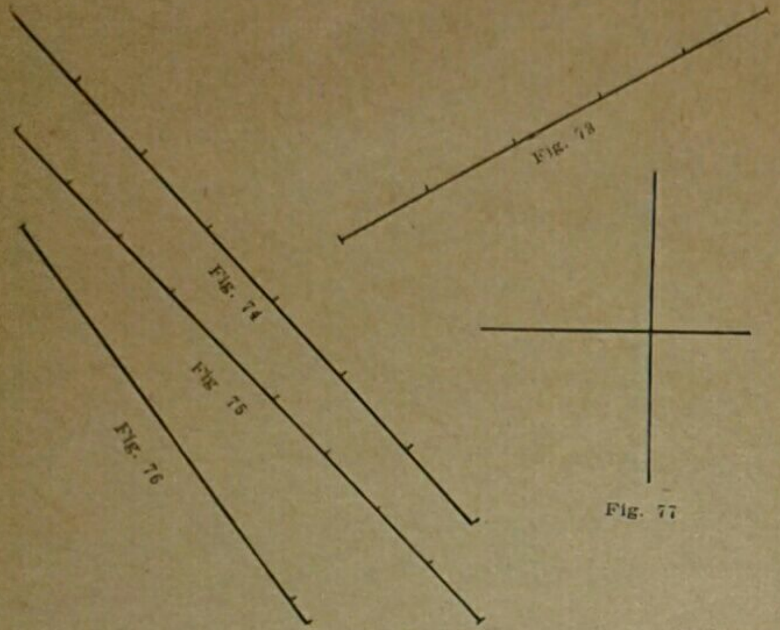


Fig. 77

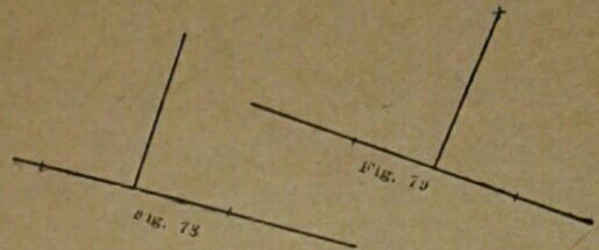
26 **Levantar uma perpendicular a uma reta por um ponto tomado sôbre ela.**

1 — Se a linha dada é uma reta horizontal ou uma vertical, resolve-se pelo problema precedente.

2 — Seja, pois, uma reta inclinada, fig. 78.
3 — Tome-se, para a direita e para a esquerda do ponto dado, dous outros pontos que fiquem equidistantes do primeiro.
4 — Marque-se fóra da reta outro ponto equidistante destes dois últimos.
5 — Ligue-se êste ponto ao ponto dado.

27 **Baixar uma perpendicular sôbre uma reta dada, por um ponto tomado fora dela.**

Reta e ponto dados, fig. 79.



1 — A reta é inclinada.

2 — Tomem-se sôbre ela dois pontos quaisquer, equidistantes do ponto dado fóra da reta.

3 — Marque-se o meio da distância entre estes dois pontos.

4 — Ligue-se este ponto ao outro situado fora da reta dada, tem-se o problema resolvido.

Observação. — Quando se tiver adquirido o sentimento da perpendicular levantada ou baixada a uma reta dada pela repetição dêste e do problema precedente, pode-se executar o traçado de uma só vez.

28 Por um ponto dado traçar uma paralela a uma reta dada.

AB e O reta e ponto dados, figs. 80 e 81.

1 — Se a linha dada é uma reta horizontal ou uma vertical, figs. 80 e 81, basta tirar pelo ponto dado O uma horizontal OC ou uma vertical OD.

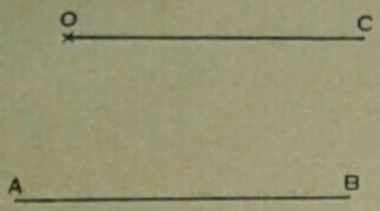


Fig. 80

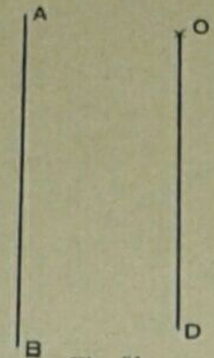


Fig. 81

2 — Se AB é uma inclinada, fig. 82, baixe-se do ponto O sôbre AB uma perpendicular OC, problema 27, e por O levante-se a OC a perpendicular OD, problema 26, que resolve o problema.

Observação. — Quando o ponto O está muito próximo da reta AB, ou quando já se tem muito desenvolvido o sentimento das paralelas às inclinadas, dispensa-se a construção da perpendicular OD, traçando imediatamente a reta pedida.

29 Traçar inclinadas equidistantes.

S equidistância dada, fig. 83.

1 — Trace-se uma inclinada qualquer MN e, sôbre ela marquem-se pontos tais que as distâncias sejam iguais à distância dada S.

2 — Pelos pontos marcados na reta tracem-se perpendiculares à reta MN.

Observação. — Traçada uma das perpendiculares, tracem-se-lhes paralelas pelos outros pontos, problema 28.

30 Avaliar o comprimento de um segmento de reta, ou marcar sôbre uma reta um segmento de comprimento dado.

1 — Deve-se estimar a ôlho o comprimento de diferentes segmentos, isto é, avaliar em números as suas diferentes grandezas, escolhendo a unidade de medida.

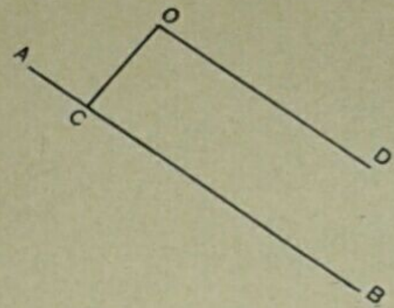


Fig. 82

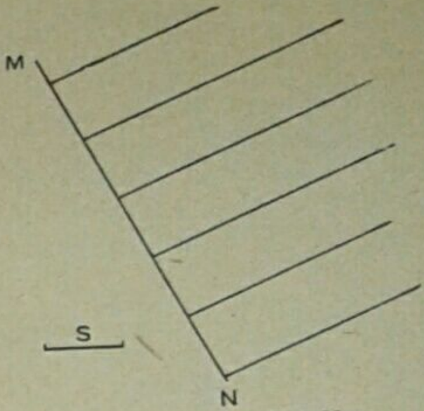


Fig. 83

2 — Para isso é preciso medir repetidamente um grande número de objetos, que tenham dimensões diversas até que se chegue a fixar na imaginação a grandeza dos comprimentos medidos.

3 — O hábito constante dêste exercício ensina a vista a medir e a memória a reter as dimensões e a figura dos objetos.

4 — Assim, querendo-se avaliar o comprimento de um segmento dado MN, fig. 84 **meça-se com a vista** o seu comprimento, e depois proceda-se à verificação usando da régua graduada.

5 — Desejando-se marcar na reta um comprimento de 4 centímetros, por exemplo, fixa-se na imaginação êsse comprimento, e toma-se na reta dois pontos, M e N, afastados

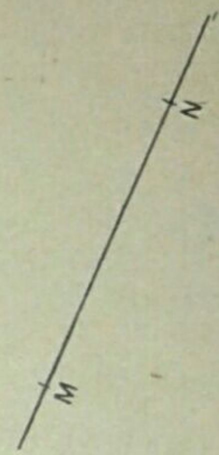


Fig. 84

daquela distância; proceda-se depois à verificação usando da régua graduada.

Observação. — Este exercício é de grande utilidade para o desenhador e por isso deve ser cuidadosamente repetido até que se chegue a resultados rigorosos.

31 Dado um segmento de reta traçar outro igual.

JK segmento dado, fig. 85.

1 — Não é necessário escolher uma unidade de medida para avaliar o segmento dado.

2 — Guarde-se então na memória a sua extensão.

3 — Trace-se um segmento YZ, que tenha essa extensão.

4 — Proceda-se à verificação com a régua graduada.

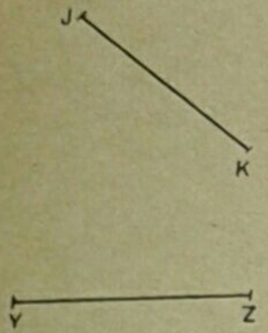
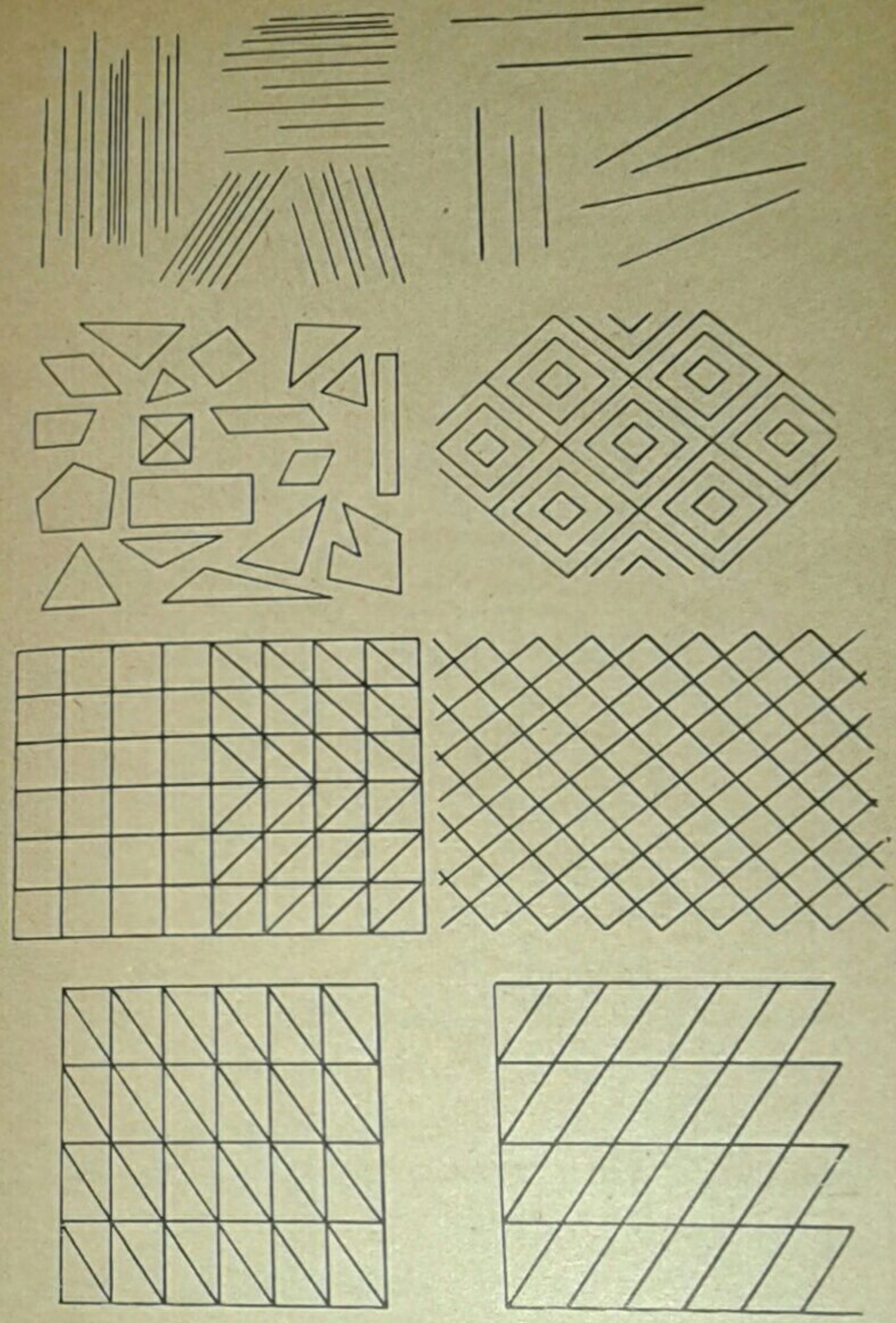
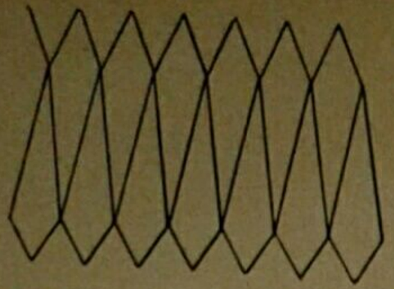
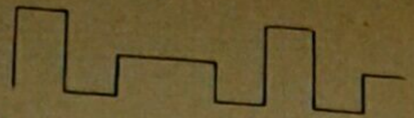
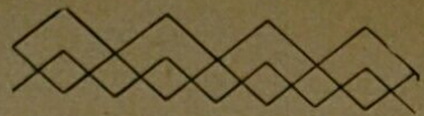
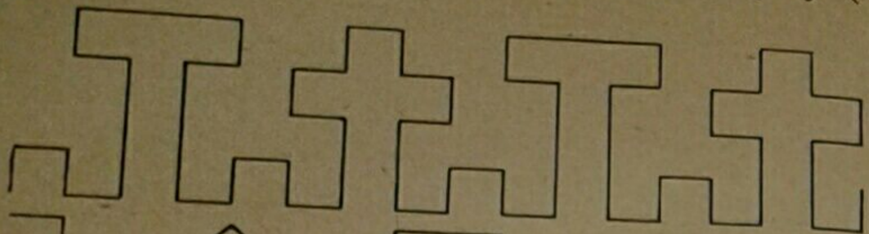
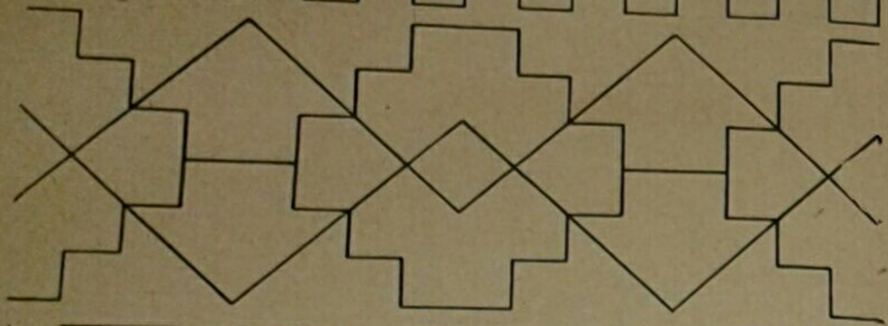
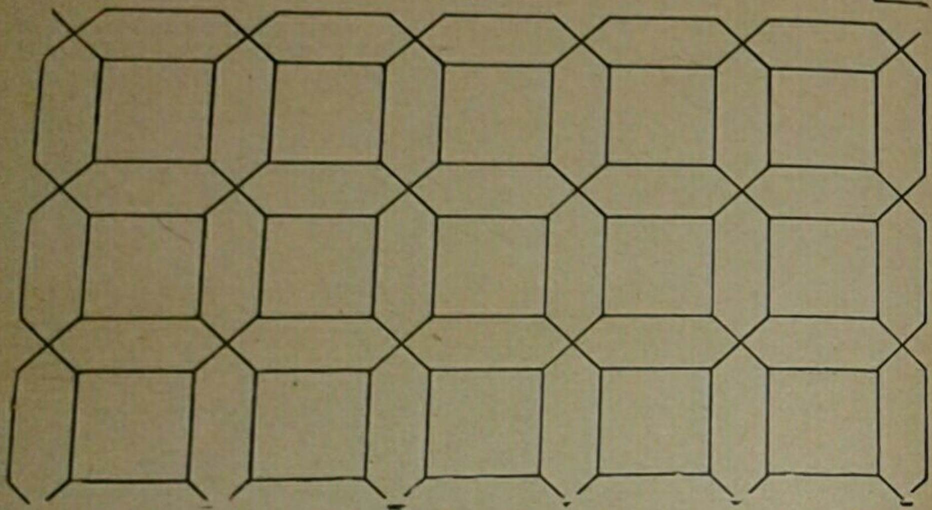
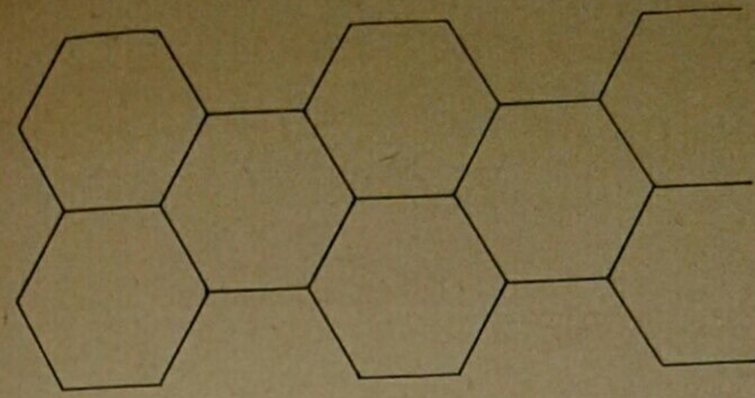
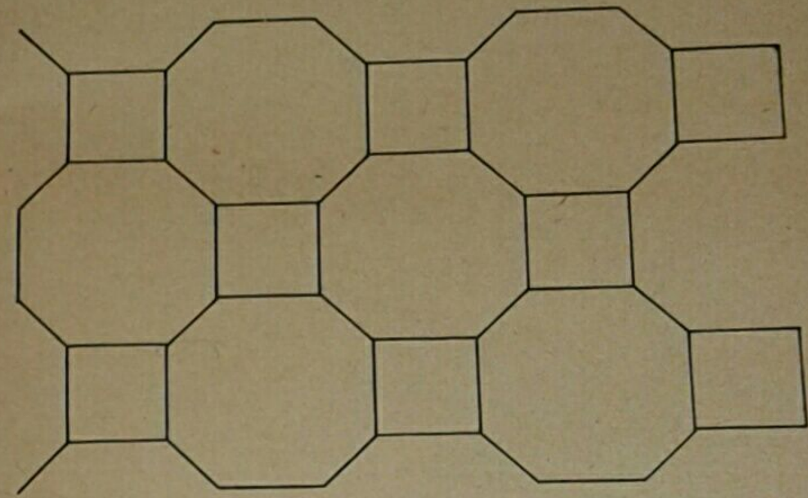
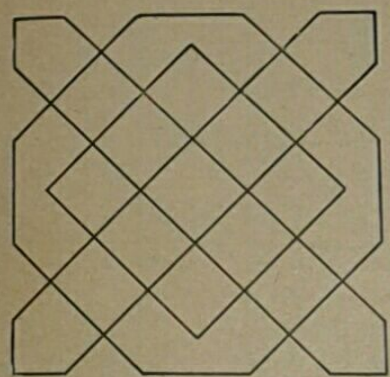
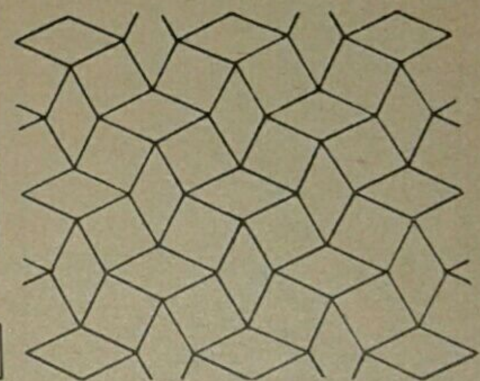


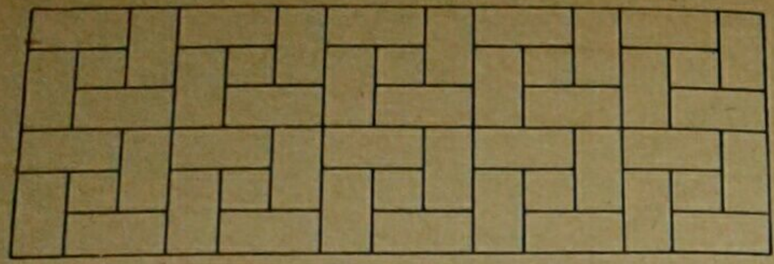
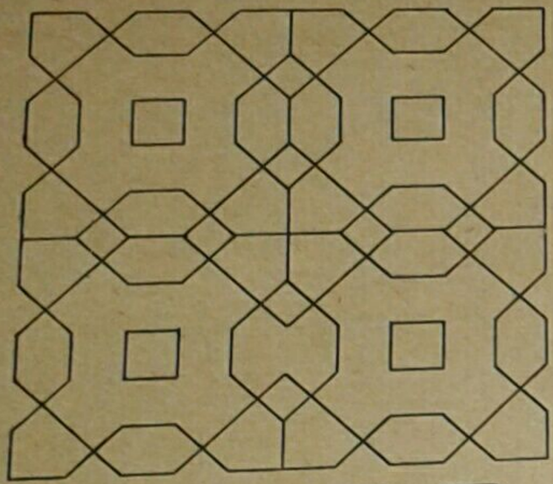
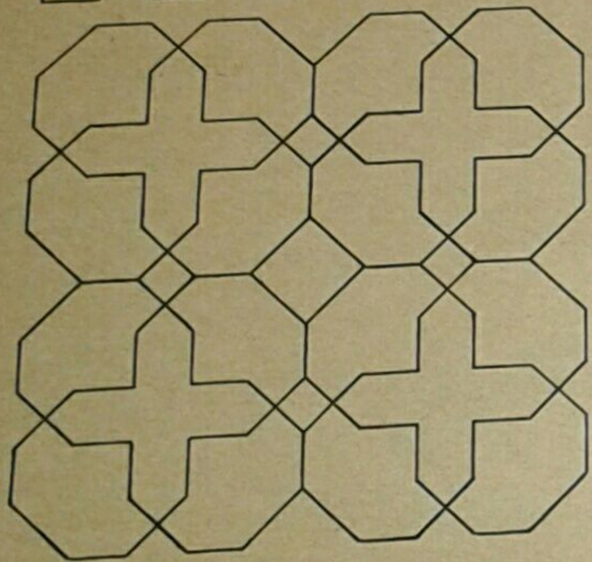
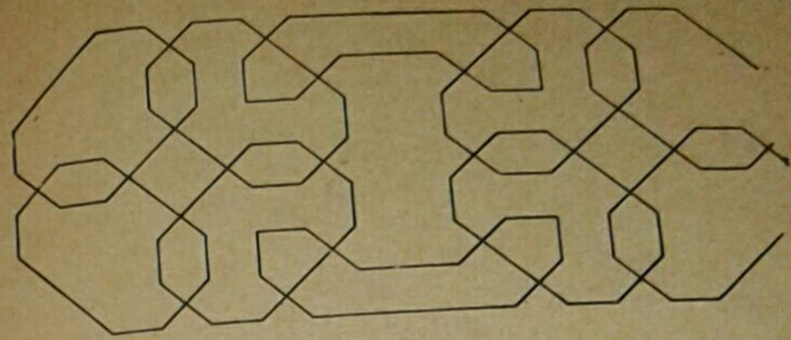
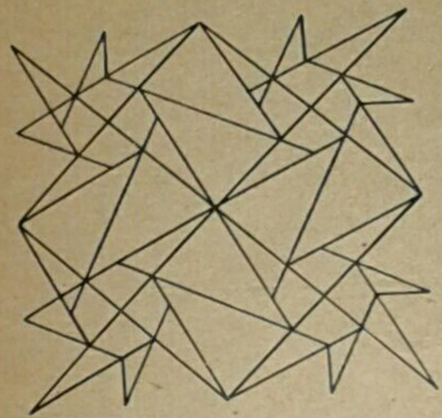
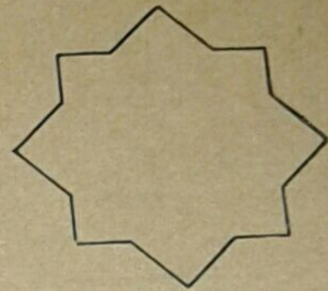
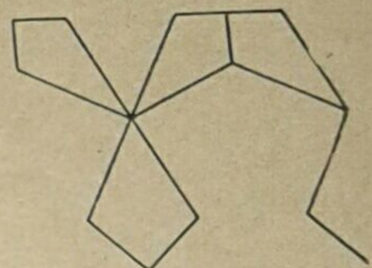
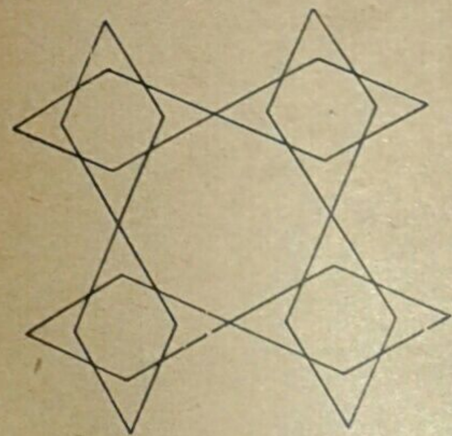
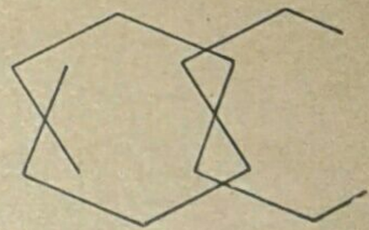
Fig. 85

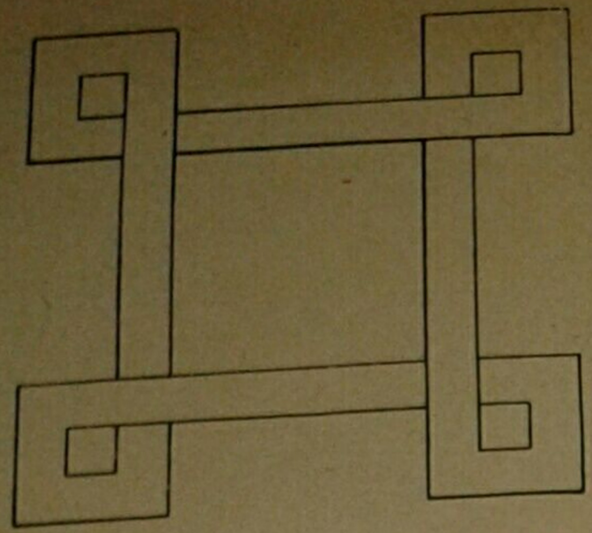
Pelas noções adquiridas nos problemas precedentes pode-se resolver de um modo geral o traçado das figuras provenientes da combinação das linhas horizontais, verticais e inclinadas; assim pelos meios de execução indicados nesses problemas, chega-se à solução das questões seguintes: traçar **triângulos, quadrados, retângulos, quadriláteros, paralelogramos, losangos, trapézios e polígonos;** traçar **verticais** e **horizontais** cortando-se, formando quadrados ou retângulos e **verticais** e **inclinadas** ou **horizontais** e **inclinadas** formando losangos ou triângulos ou paralelogramos (estudo das rêdes retilíneas, veja-se adiante); traçar **gregas** de diferentes tempos, combinações de **horizontais** e **verticais, horizontais** e **inclinadas** ou **horizontais, verticais e inclinadas** (ornatos correntes, veja-se adiante).

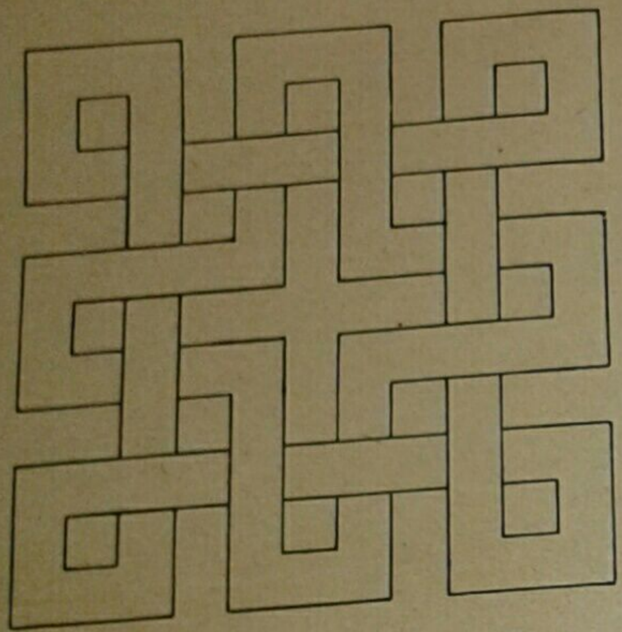
Alguns dêstes exercícios encontram-se nas pags. 39 a 47.

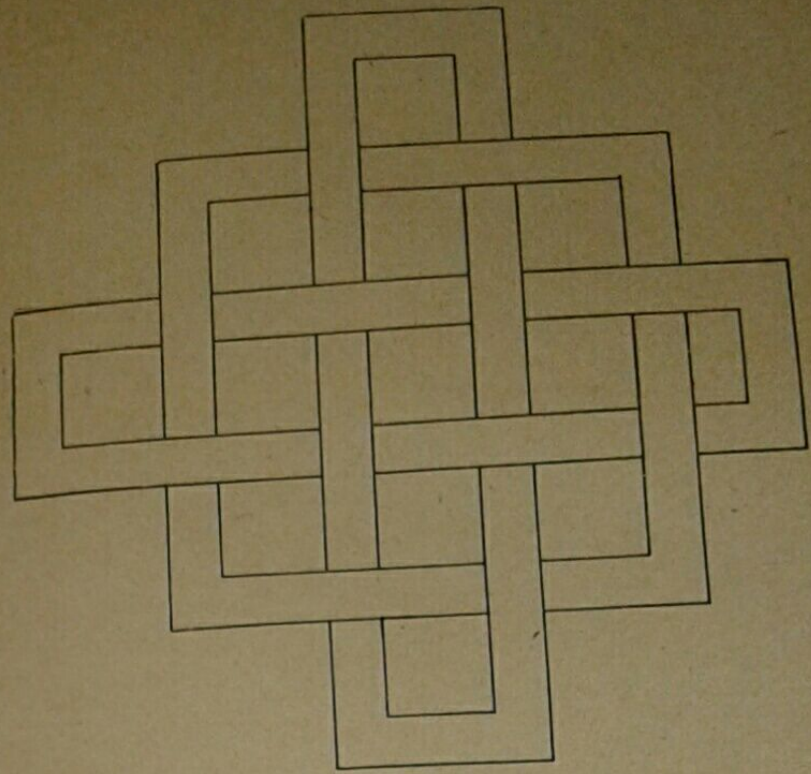


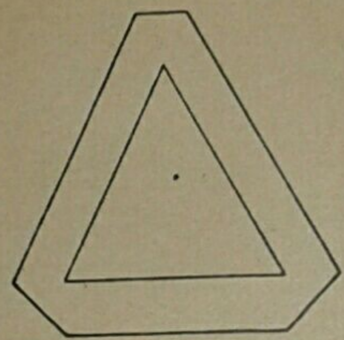











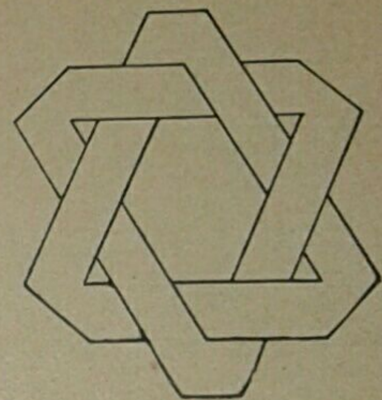










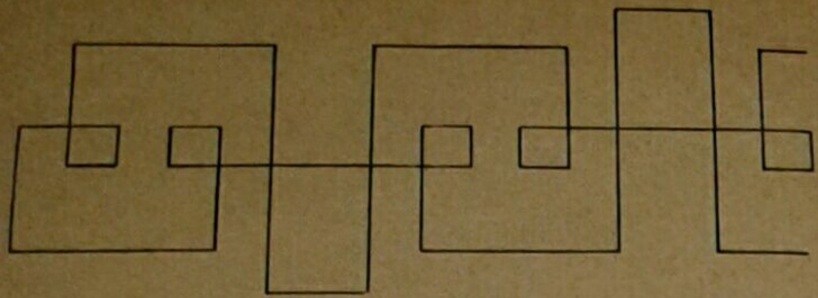


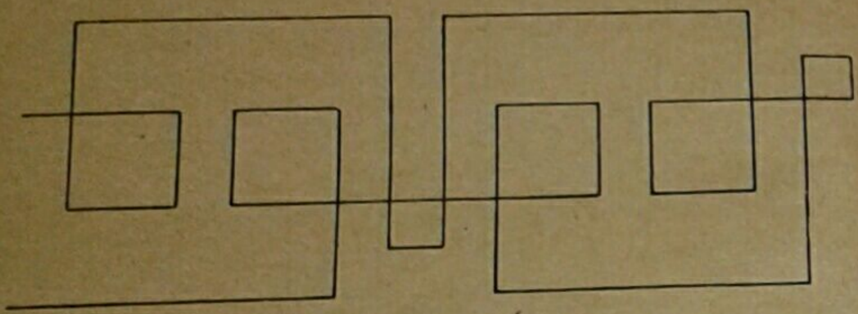


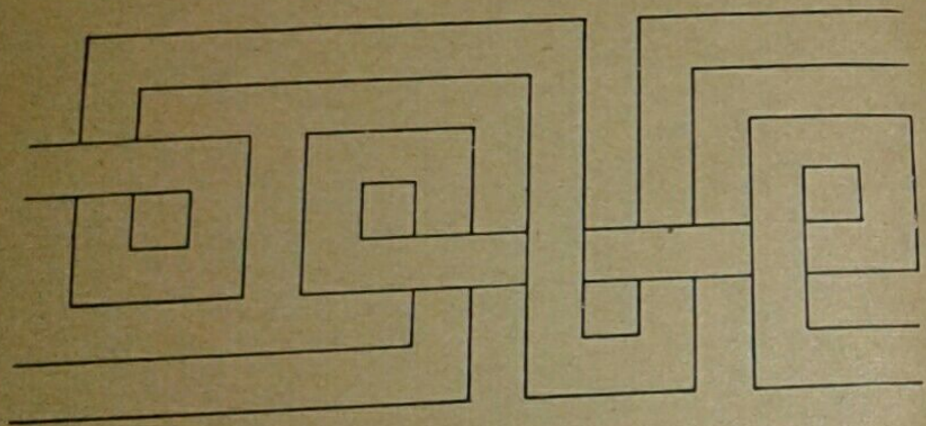


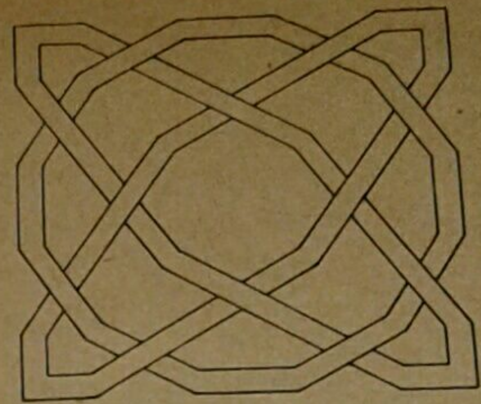


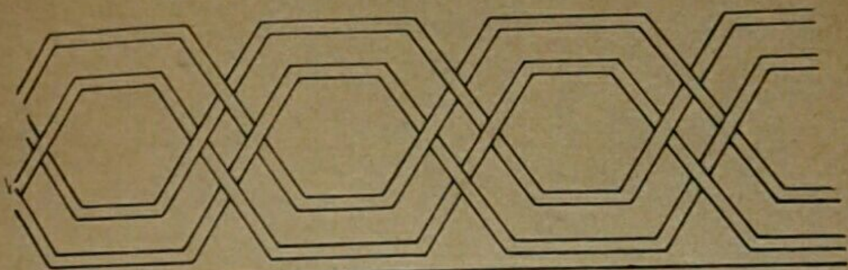


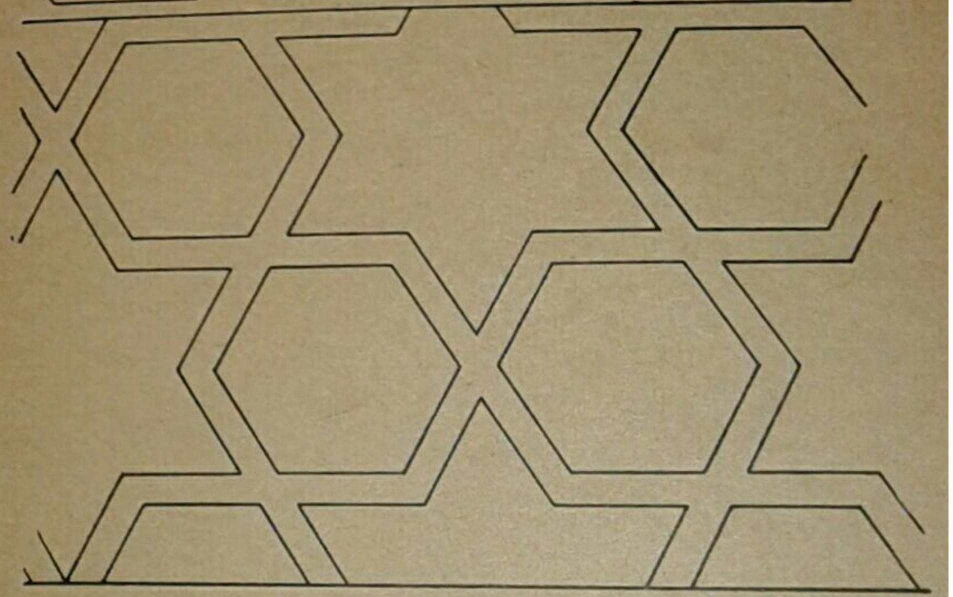












COMBINAÇÕES DE RETAS E CURVAS

32 Traçar uma circunferência.

O traçado das circunferências a mão livre apresenta grande dificuldade; no comêço dêste exercício é necessário empregar meios auxiliares, isto é, recorrer a marcos fixos ou guias, os quais se vão gradualmente suprimindo, até que se chegue a executar o traçado livre e desembaraçadamente.

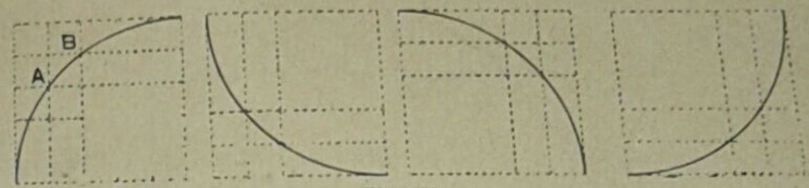


Fig. 86

Só a prática pode ensinar o que há de justo e rigoroso neste traçado.

1.º caso — O raio não é dado.

1 — Os primeiros exercícios consistem no traçado de quartos de circunferência ou de quadrantes.

2 — Tomem-se os quadrados que formam as malhas de uma rêde retilínea ortogonal, fig. 86, e em cada malha trace-se um quarto de circunferência, a princípio da direita para a esquerda e depois em sentido contrário, isto é, da esquerda para a direita; para efetuar o traçado,.tomem-se como marcos fixos ou guias os pontos A e B, que se obtêm dividindo os lados do quadrado em cinco partes

iguais e traçando os segmentos que ligam as divisões, como indica a figura; os pontos A e B pertencem à curva.

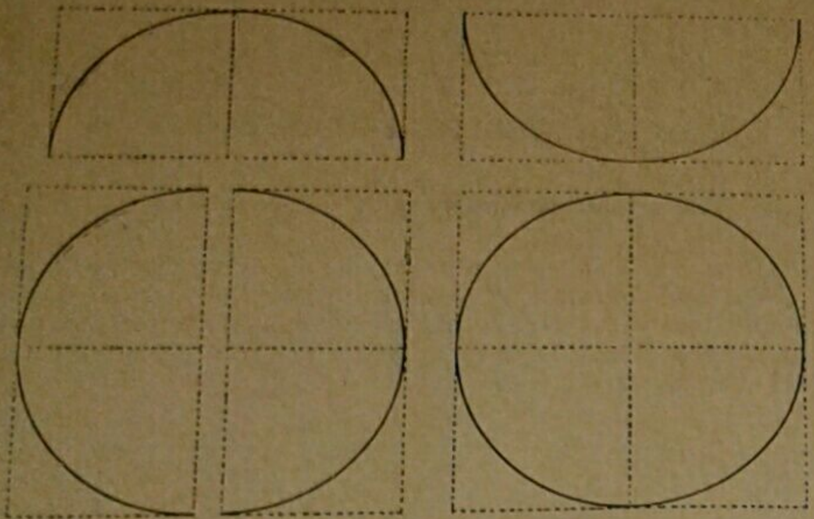


Fig. 86

3 — Passe-se em seguida ao traçado da semi-circunferência, tomando como guia duas malhas da rêde e trace-se a semi-circunferência em 4 sentidos, para cima e para baixo, para a direita e para a esquerda.

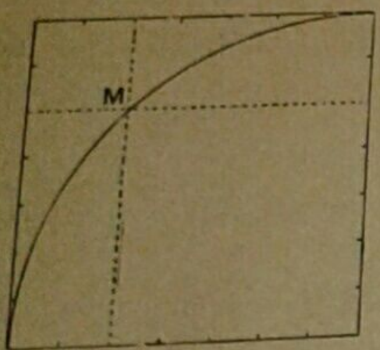


Fig. 87

4 — Juntando então as duas semi-circunferências resolve-se o problema.

5 — Recomece-se o exercício utilizando, porém, agora um só marco ou guia; para isso, dividam-se os lados do quadrado, fig. 87, em sete partes iguais e tracem-se os segmentos que ligam as divisões, como indica a figura; o ponto de interseção M pertence à curva.

6 — Este exercício deve ser incessantemente repetido, até que se chegue a adquirir com franqueza o hábito da curvatura uniforme da circunferência; neste caso prescinde-se dos marcos ou guias, executando-se o traçado simplesmente a mão livre.

7 — A circunferência pode, entretanto, ser traçada de uma só vez, no quadro preto, mas nunca precipitadamente.

2.º caso — o raio é dado.

1.ª construção:

R raio dado, fig. 88.

1 — Trace-se um quadrado de lado igual ao dobro do raio.

2 — Divida-se cada lado em 10 partes iguais.

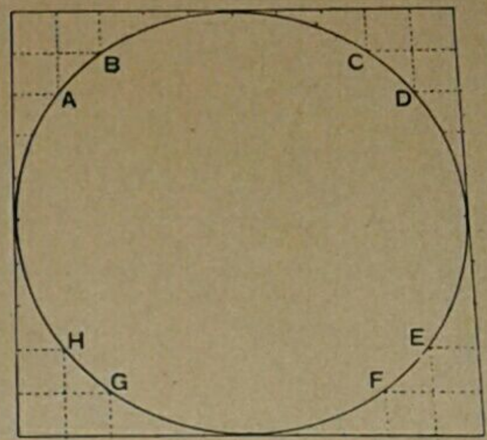


Fig. 88

3 — Os pontos marcados no meio de cada lado, pertencem à circunferência.

4 — Tracem-se as paralelas aos lados, que ligam as divisões.

5 — Os pontos de interseção A, B, C, D, E, F, G, H, pertencem à circunferência.

6 — Têm-se assim 12 pontos de reparo pelos quais se faz passar a curva com um traçado seguido.

2.ª construção:

R raio dado, fig. 89.

1 — Nesta construção reduzem-se a 8 os marcos fixos por onde deve passar a circunferência; para isso é preciso dividir cada lado do quadrado em 14 partes iguais.

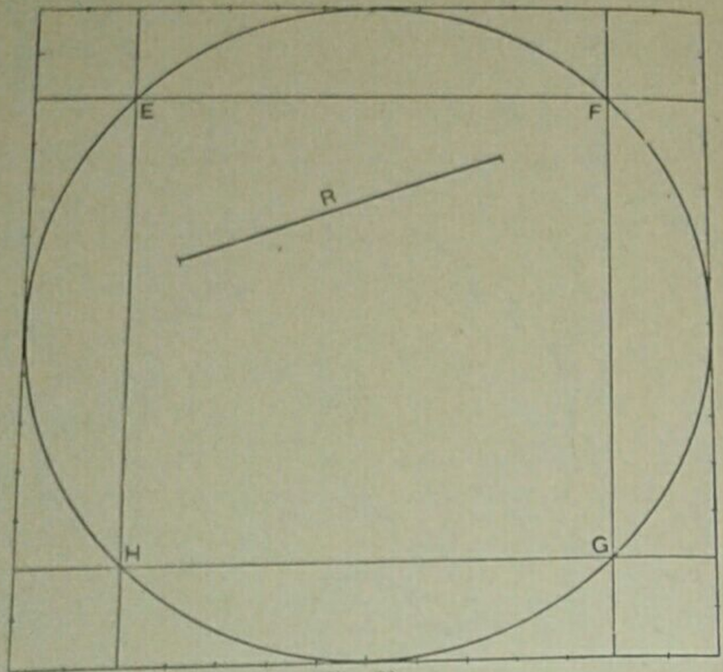


Fig. 89

2 — Tracem-se as paralelas aos lados, que ligam as divisões.
3 — Os pontos de interseção E, F, G, H, bem como os meios de cada lado pertencem à curva.

3.ª construção:

R raio dado, fig. 90.

1 — Tracem-se dois segmentos perpendiculares iguais, que se cortem ao meio, tendo cada um o comprimento igual ao dôbro do raio R.

2 — Divida-se cada um dos ângulos formados em quatro ângulos iguais.

3 — Sôbre seus lados marquem-se comprimentos iguais a R.

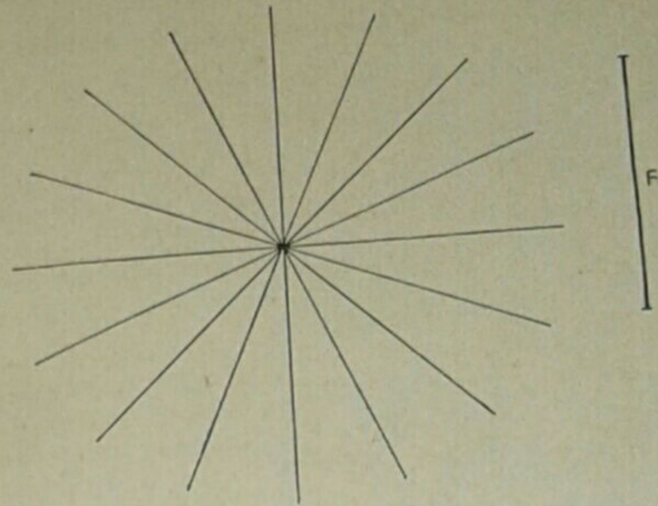


Fig. 90

4 — Têm-se assim 16 pontos por onde se faz passar a circunferência.

4.ª construção:

R raio dado, fig. 91.

1 — Trace-se um quadrado de lado igual ao dôbro do raio R.

2 — Tracem-se as diagonais e pelo ponto de sua interseção as retas LM e NP, paralelas aos lados do quadrado.

3 — Sôbre as diagonais marquem-se pontos Q, R, S e H, afastados do centro, de um comprimento igual ao raio R.

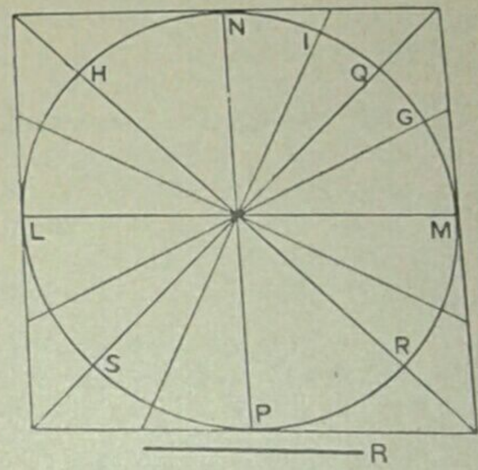


Fig. 91

4 — Para um e outro lado, de cada um dêstes pontos das diagonais marquem-se também

dois pontos (como I e G) equidistantes do centro de um comprimento igual ao raio.

5 — Pelos pontos marcados, faça-se passar o círculo pedido.

33 Determinar o centro de uma circunferência.

M circunferência dada, fig. 92.

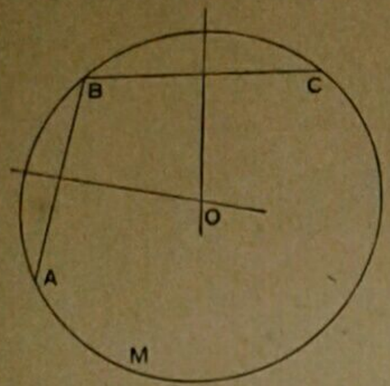


Fig. 92

1 — Determine-se, à simples vista, um ponto O, que fique equidistante de todos os pontos da circunferência.

2 — Pode-se proceder à verificação com a regua graduada.

3 — Pode-se também, e é mais rigoroso, traçar duas cordas AB e BC e ao meio delas levantar as perpendiculares cuja interseção O é o centro procurado.

34 Dividir um arco de circunferência em partes iguais.

1 — Os problemas relativos à divisão da linha reta em partes iguais têm imediata aplicação ao caso da divisão de um arco de circunferência.

35 Dividir uma circunferência em 2, 4, 8 . . . 2^n partes iguais.

O circunferência dada, fig. 93.

1 — Trace-se um diâmetro qualquer XY; obtém-se a divisão em duas partes.

2 — Tracem-se dois diâmetros perpendiculares; a divisão será em quatro partes.

3 — Divida-se cada um dos arcos VY, YZ, ZX, XV, ao meio, e tem-se a

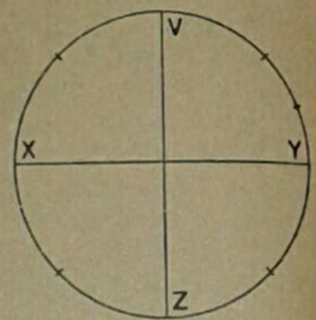


Fig. 93

divisão em 8 partes; dividam-se novamente os arcos obtidos ao meio, e assim sucessivamente.

36 Dividir uma circunferência em 3, 6, 12 . . . e 3×2^n partes iguais, fig. 94.

1 — Trace-se um diâmetro qualquer MN.

2 — Pelo meio P de ON trace-se a perpendicular DE; os pontos D, E e M dividem a circunferência em três partes iguais.

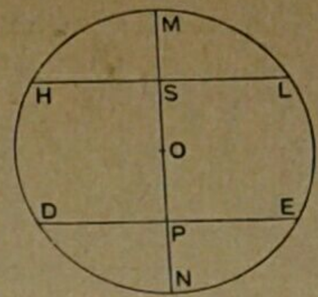


Fig. 94

3 — Pelo meio S de OM trace-se a perpendicular HL; os pontos M, H, D, N, E e L dividem a circunferência em seis partes iguais.

4 — Dividindo ao meio cada um dos arcos obtém-se a divisão em 12 partes e assim sucessivamente.

5 — A divisão ao meio sucessiva dos arcos determinados resolve o problema da divisão da circunferência em 3×2^n partes iguais.

37 Dividir uma circunferência em 7, 14, 28 . . . 7×2^n partes iguais.

1 — A metade PE da corda DE, fig. 94, aplicada sucessivamente sôbre a circunferência a partir de um ponto qualquer divide-a em sete partes.

2 — Isto se consegue, retendo de memória a grandeza PE e marcando na circunferência arcos cuja corda seja igual a PE.

3 — A divisão sucessivamente ao meio de cada parte obtida dá a divisão em 7×2^n partes.

38 Dividir uma circunferência em um número qualquer de partes iguais.

O, circunferência dada, fig. 95.

1 — Trace-se um diâmetro qualquer AB e divida-se a semicircunferência no número de partes em que se quer dividir a circunferência; em cinco por exemplo.

2 — A corda AD correspondente a duas divisões subtende um arco igual à quinta parte da circunferência.

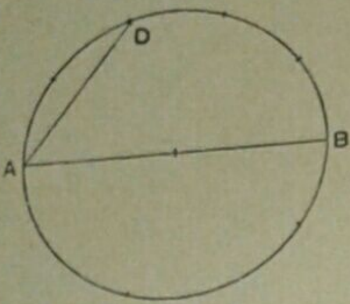


Fig. 95

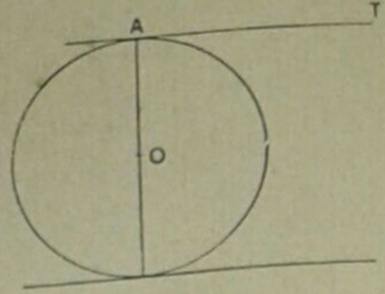


Fig. 96

3 — A repetição do arco AD divide a circunferência como se pede.

39 Por um ponto de uma circunferência traçar uma tangente.

O e A circunferência e ponto dados, fig. 96.

1 — Trace-se o raio AO e por A a perpendicular AT.

2 — As tangentes paralelas obtêm-se traçando as perpendiculares pelas extremidades do mesmo diâmetro.

40 Por um ponto exterior a uma circunferência traçar uma tangente.

O e S circunferência e ponto dados, fig. 97.

1 — Trace-se pelo ponto S uma reta ST, que só tenha com a circunferência O um ponto comum T.

2 — O problema admite uma segunda solução.

41 Traçar uma tangente comum a duas circunferências.

O e P circunferências dadas, fig. 98.

1 — Trace-se uma reta AB, que tenha com cada uma das circunferências dadas um só ponto comum T e U.

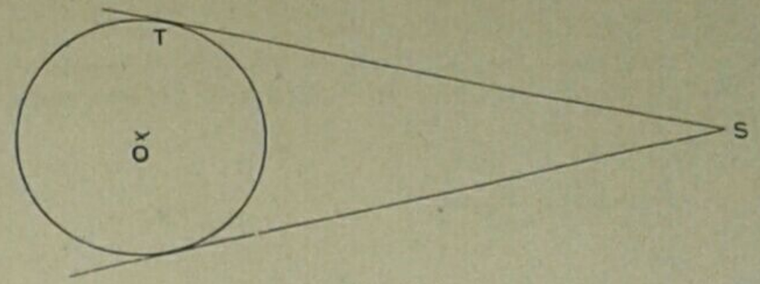


Fig. 97

2 — O problema admite 4 soluções: duas tangentes exteriores e duas interiores.

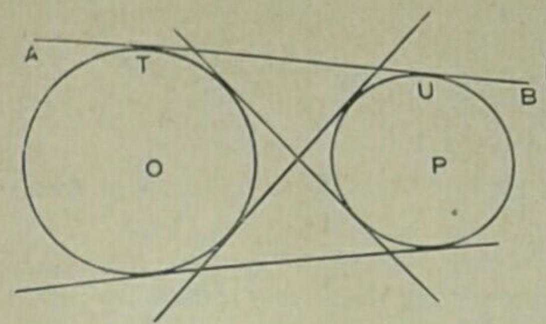


Fig. 98

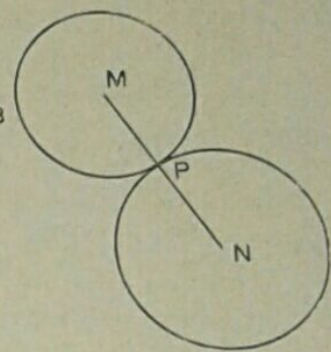


Fig. 99

42 Traçar duas circunferências tangentes, cujos raios são arbitrários.

1 — Trace-se uma circunferência M com um raio arbitrário, fig. 99.

2 — Marque-se o ponto de contáto P das duas circunferências e trace-se MP.

3 — No prolongamento de MP, marque-se arbitrariamente o ponto N e com raio PN descreva-se a circunferência que resolve o problema.

43 Inscrever e circunscrever um polígono regular a uma circunferência.

Circunferência dada, fig. 100.

1 — Divida-se a circunferência em um número de partes iguais ao número de lados que deve ter o polígono pedido; em 4, por exemplo.

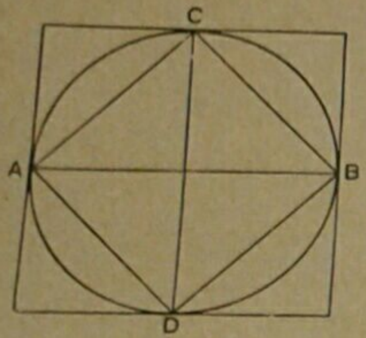


Fig. 100

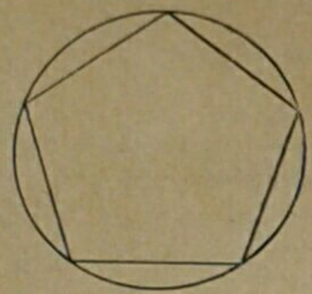


Fig. 101

2 — Tracem-se as cordas AC, CB, BD, AD, para formar o polígono inscrito pedido.

3 — Pelos mesmos pontos de divisão A, B, C, D traçando as tangentes obtém-se o polígono regular circunscrito.

44 Traçar um polígono regular.

1.º caso — O lado não é dado.

1 — Trace-se uma circunferência de raio arbitrário, fig. 101.

2 — Divida-se esta circunferência em tantos arcos iguais quantos lados deve ter o polígono.

3 — As cordas desses arcos são os lados do polígono pedido.

2.º caso — O lado é dado.

M lado dado, fig. 102; 5 número de lados.

1 — Trace-se uma circunferência de raio arbitrário.

2 — Divida-se esta circunferência em tantos arcos iguais quantos lados deve ter o polígono e tracem-se os raios.

3 — Inscreva-se o lado M em um dos ângulos de modo que o triângulo AOB, fique com os lados AO e OB iguais.

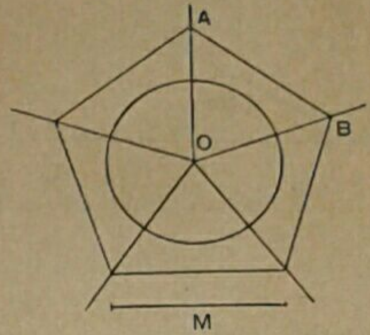


Fig. 102

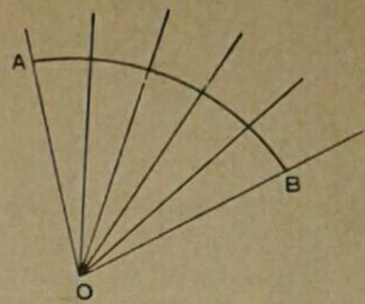


Fig. 103

4 — Sôbre os outros raios, a partir de O, marquem-se os comprimentos iguais a OB ou OA.

5 — Ligando estes pontos tem-se o polígono pedido.

45 Dividir um ângulo em partes iguais.

AOB ângulo dado, fig. 103.

1 — Do vértice O, como centro e com um raio arbitrário, trace-se um arco de círculo.

2 — Divida-se o arco AB, problema 34, no número de partes em que se quer dividir o ângulo, em 5 por exemplo.

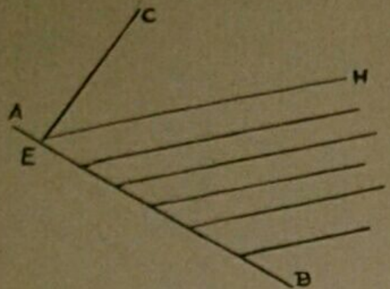
3 — Ligue-se cada ponto de divisão ao vértice O; ficará o ângulo dividido em cinco ângulos iguais.

46 Dada uma reta tirar por alguns de seus pontos retas inclinadas de 45°.

AB reta dada, fig. 104.

1 — Por um ponto qualquer E de AB trace-se-lhe uma perpendicular EC.

Fig. 105



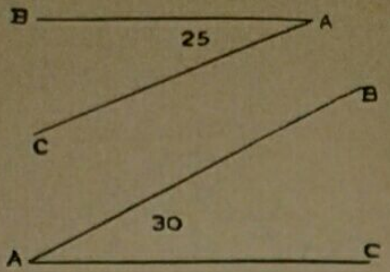


Fig. 104

Fig. 106

2 — A bissetriz EH do ângulo CEB forma com AB um ângulo de 45°.

3 — Tracem-se paralelas a EH.

47 Avaliar a grandeza de um ângulo dado.

BAC ângulo dado, fig. 105.

1 — É preciso estimar a ôlho a grandeza de diferentes ângulos.

2 — Para isso é preciso medir com o transferidor um grande número de ângulos diferentes até obrigar a vista a medir e a memória a reter a grandeza angular que serve de unidade.

3 — Se se quiser medir, por exemplo, o ângulo BAC, calcule-se pela vista o número de gráus que êle contém, 30° por exemplo, e proceda-se à verificação com o transferidor.

48 Construir um ângulo, dada a sua medida em graus, figura 106.

1 — Se se quiser construir um ângulo de 30°, por exemplo, fixe-se na imaginação essa grandeza angular, e tracem-se duas semi-retas AB e AC que a compreendam.

Observação. — O problema da divisão do ângulo aplicado ao ângulo reto dá algumas grandezas angulares mais usadas e fáceis de representar com alguma exatidão e por meio delas se pódem obter outras divisões intermediárias.

Assim:

A divisão do ângulo reto em 2 partes dá o ângulo de 45°; em 3 partes dá o ângulo de 30°.

em	4	partes	dá	o ângulo	de	22° 30'
em	5	"	" "	"	"	18°
em	6	"	" "	"	"	15°
em	8	"	" "	"	"	11° 15'
em	9	"	" "	"	"	10°
em	10	"	" "	"	"	9°
em	12	"	" "	"	"	7° 30'
em	18	"	" "	"	"	5°

49 Traçar uma elipse.

1 — Sôbre as retas PQ e RS que devem constituir os eixos, construa-se um retângulo EHGF, fig. 107.

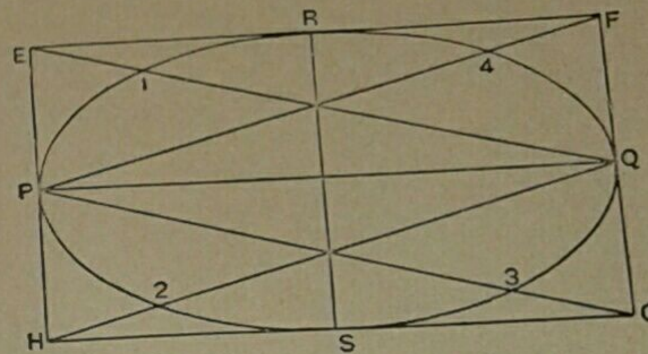


Fig. 107

2 — Tracem-se as diagonais PF, EQ, PG e HQ.

3 — Nessas diagonais, marquem-se os pontos 1, 2, 3, 4 distantes dos vértices E, H, G, F, de um comprimento igual a $\frac{1}{5}$ de uma das diagonais.

4 — Pelos pontos P 2 S 3 Q..., faça-se passar uma curva contínua, que será a elipse pedida.

5 — A repetição do exercício deve ser feita até que se esteja possuido do sentimento da curvatura da elipse; neste caso prescinde-se do traçado do retângulo tomando sòmente como guias no traçado da elipse os quatro vértices P, Q, R, S.

Consulte-se na segunda parte, número VI, a construção geométrica da elipse, hipérbole, parabola, ciclóide, epiciclóide.

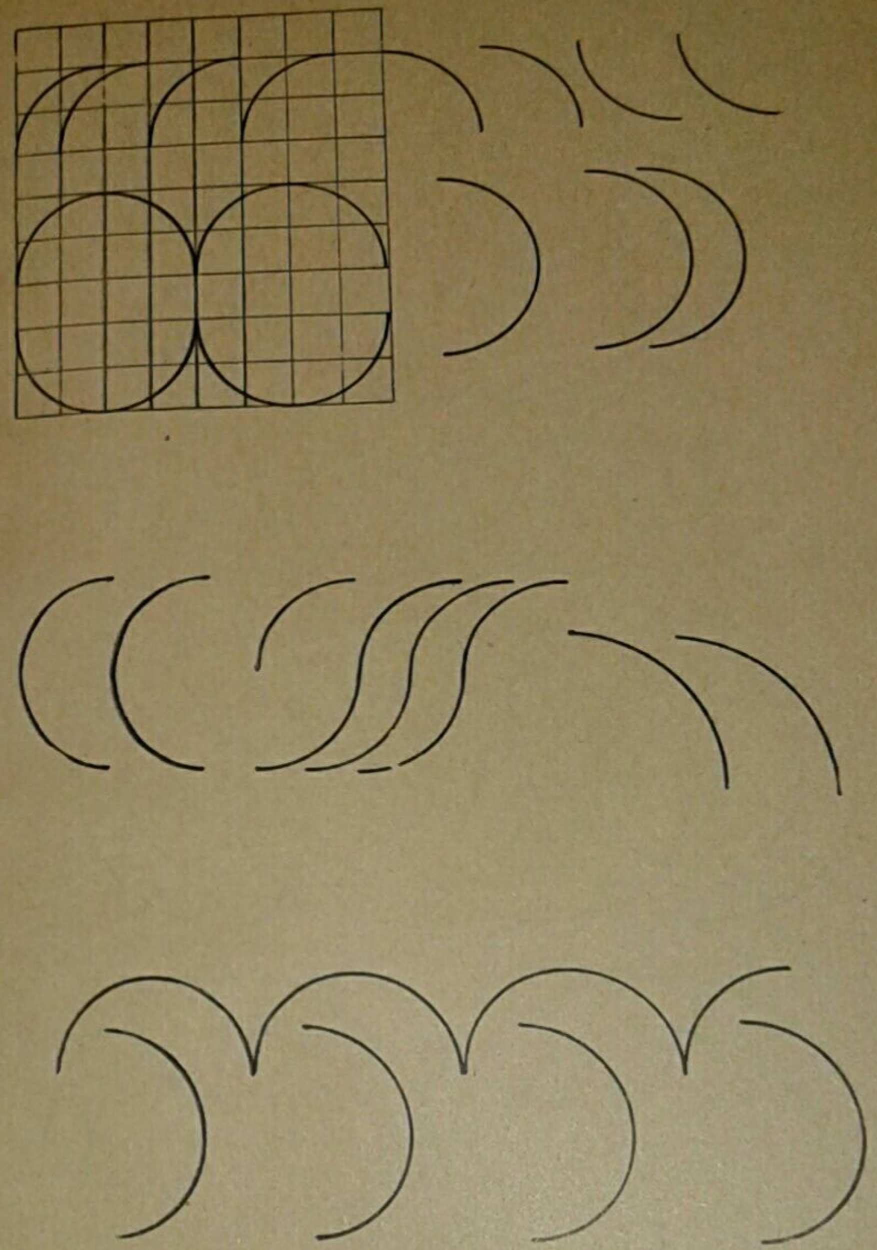
Conhecidas as propriedades geométricas dessas curvas, bem como as de suas tangentes, podem-se resolver todos os problemas alí citados.

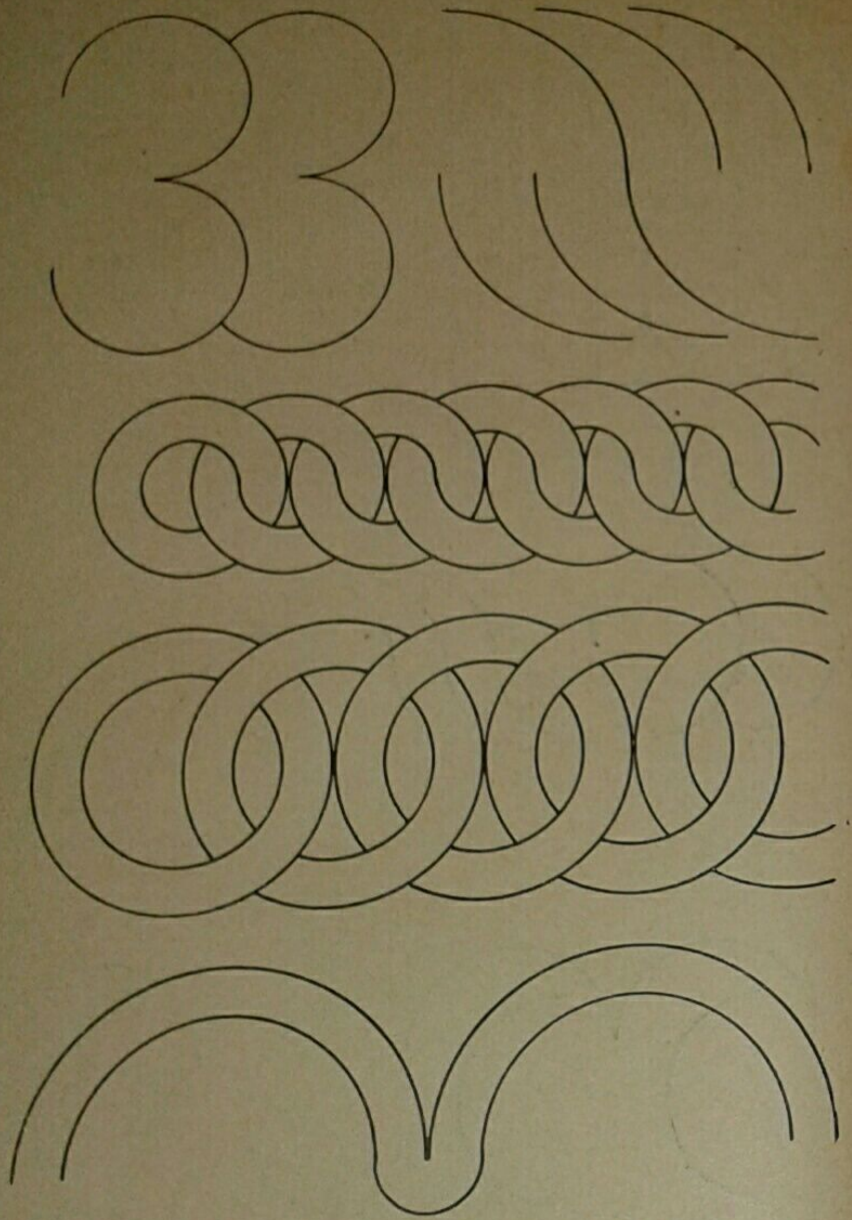
Isto dispensa, portanto, de entrar em mais detalhes, porque não só estes como todos os problemas da segunda parte desta obra, conhecidos por sua construção geométrica, habilitarão a traçar a mão livre, com mais facilidade, visto que já se tem adquirido suficientemente o hábito de traçar usando apenas o giz ou o lapis.

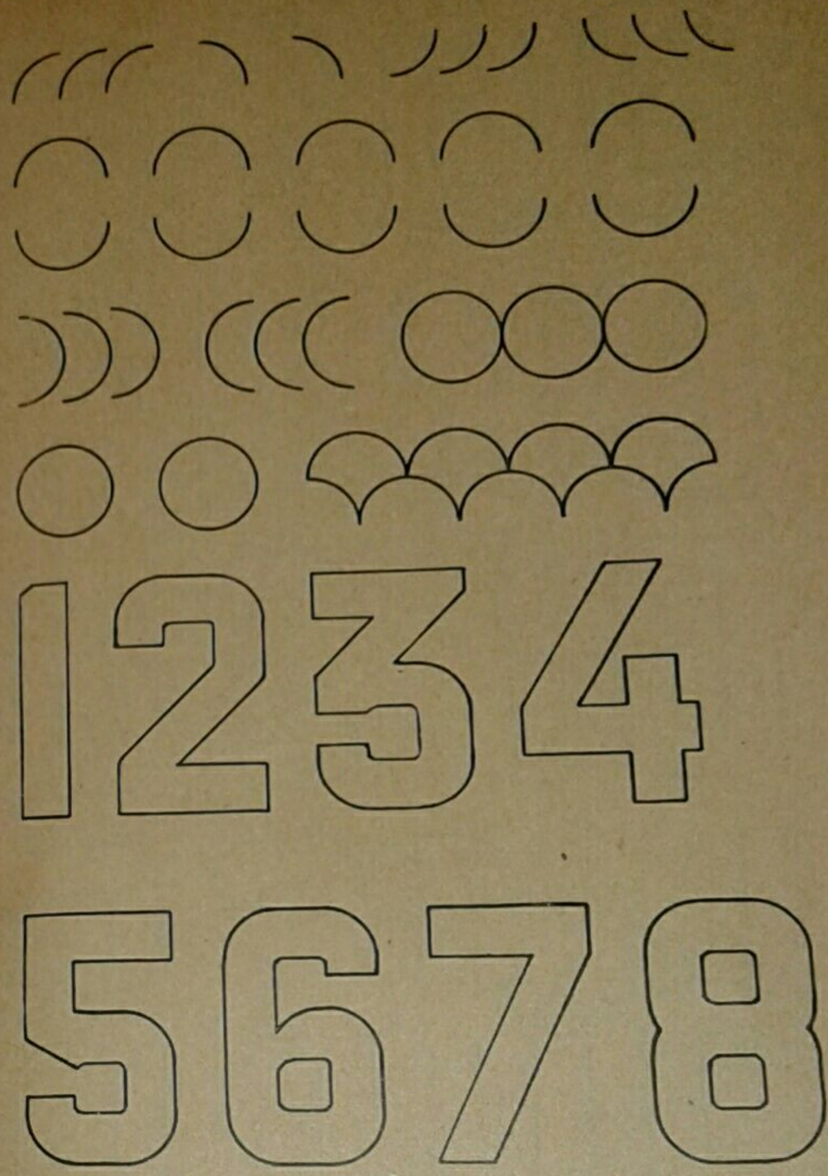
As figuras das pags. 63 a 67 são traçadas tomando-se como guias ou marcos, as malhas de rêde que podem ser pontilhadas ou feitas a traços finos.

Os algarismos e o alfabeto das pags. 65, 66 e 67 são feitos utilizando-se das rêdes retilíneas.

(Veja-se o exemplo nos primeiros exercícios da pag. 63).






1234
5678

goac
emn
orsu
bdfg

hijkl
pq t
vxyz

SEGUNDA PARTE

DESENHO LINEAR COM AUXÍLIO DE INSTRUMENTOS

CAPÍTULO I

INSTRUMENTOS

LAPIS — O lapis é formado de uma substância denominada **plombagina** revestida de um envoltório de madeira de fórma cilíndrica ou prismática.

O lapis empregado no desenho geométrico não deve ser muito duro, porque para traçar um traço visivel é necessário empregar uma certa pressão sôbre o papel, e neste caso fica uma depressão, que dificulta a passagem do nanquim sôbre os mesmos traços; se se comete um engano na direção de um traço, é preciso para o apagar, atritar de mais a borracha, o que altera o papel.

Os lapis muito moles também não devem ser empregados, porque produzem traços muito grossos e prejudicam assim a precisão e a nitidez que se deve exigir no desenho; deve-se, pois, escolher, com relação à escala de dureza, um meio termo entre estes extremos.

A escôlha de um bom lapis merece tôda a atenção; os melhores lapis trazem a marca da fábrica que lhes garante a qualidade.

Os lapis geralmente empregados no desenho são os de A. W. Faber, de grafito da Sibéria, da mina Alibert, e aconselhamos o n. 3, médio, letra F, podendo usar-se também o n. 2, duro e negro, letras HB.

Para aparar o lapis escolhe-se a extremidade que não traz a numeração da escala e apoiando-a sôbre o dedo polegar corta-se com um canivete, pouco a pouco, a madeira, imprimindo-lhe um movimento de rotação; assim se consegue transformar a extremidade do lapis em um cône alongado do qual sai o grafito numa extensão conveniente.

O lapis pode ser aparado em **aresta** ou em **ponta de agulha;** para lhe dar esta última forma, atrita-se a plombagina sôbre lixa fina ou sôbre lima murça, fazendo-a girar convenientemente sôbre si mesma.

Para aparar em aresta friciona-se na lixa, repetidas vezes, sem mover o lapis durante algum tempo, fazendo depois o mesmo do lado oposto.

Esta distinção da forma a dar à ponta do lapis, aconselhada por alguns autores, resulta do uso que se dá ao lapis; assim para trabalhar no compasso deve o lapis ser aparado em ponta de agulha, sendo em aresta quando é destinado a traçar retas, auxiliado pela régua ou esquadro; isto, porém, não é aceitável; o lapis deve ser sempre aparado em ponta aguda, devendo-se, após algum tempo de trabalho, friccioná-lo convenientemente na lixa, afim de refazer-lhe a ponta.

Não se deve levar o lapis à bôca com o fim de conseguir traços vivos; para o desenhador isto constitui uma prática má.

A manobra do lapis só se aprende com a prática; deve-se mantê-lo entre os três primeiros dedos da mão direita na posição mais conveniente para que possa ser fàcilmente dirigido; esta posição será a mais aproximada possível da vertical, quando se faz uso da régua, mas quando se traça livremente mantém-se o lapis sensivelmente inclinado.

A ponta do lapis deve, em regra, exceder o dedo médio da mão direita, pelo menos, de 3 centímetros.

Este conselho, porém, sôbre a manobra do lapis está longe de ser absoluto, porquanto cada desenhador tem os seus hábitos particulares.

RÉGUA — A régua é um instrumento geralmente de madeira, de marfim ou de metal, de superfícies planas, arestas retilíneas, tendo a forma retangular e com um comprimento variável, fig. 108.

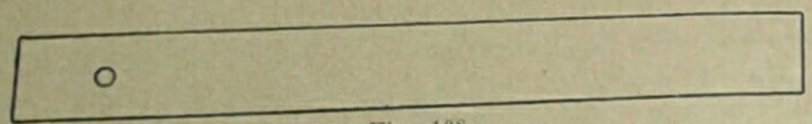


Fig. 108

Algumas réguas têm uma das arestas longas talhada em bisél e que se denomina **chanfro**.

Faz-se uso do chanfro, colocando a face da régua, que o contém, sôbre o papel, a aresta oposta, dêle se destaca e nestas condições a tinta, que se separa do instrumento que risca, passará livremente para o papel sem produzir borrões.

Esta disposição do chanfro é, entretanto dispensável nas réguas usadas no desenho geométrico.

A parte chanfrada das réguas é geralmente dividida em decímetros, centímetros e milímetros, e nesta hipótese, elas são empregadas no desenho como escala, a fim de avaliar comprimentos.

Verificar um instrumento é indagar se êle não tem defeitos e se está, portanto, nas condições de ser utilizado; a verificação consiste no exame das qualidades inherentes a um bom instrumento.

Não se deve fazer uso de um instrumento sem prèviamente verificá-lo.

Uma boa régua deve ter as suas arestas retilíneas, superfícies rigorosamente planas; se fôr de madeira, esta deve ser muito sêca, sem chanfro, com um comprimento proporcionado ao desenho e de pequena espessura.

50 Verificação da régua.

1.º processo, fig. 109.

1 — Firme-se a régua sôbre o papel e trace-se uma reta.

2 — Inverta-se a posição da régua. A face da régua, que se achava voltada para o papel, deve, nesta segunda posição, ficar voltada para cima.

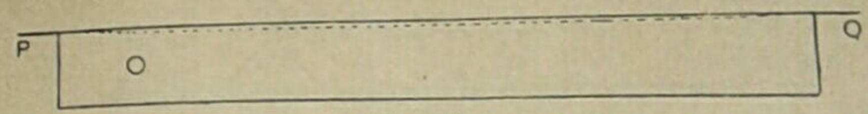


Fig. 109

3 — Depois de fazer coincidir, nesta 2.ª posição, a aresta da régua com a reta, deve-se firmá-la nessa posição e traçar segunda reta.

4 — Se a 2.ª reta traçada coincidir com a primeira, a régua é bôa.

5 — Se houver um afastamento entre as duas retas traçadas, como mostra a fig. 109, a régua deve ser rejeitada.

2.º processo, fig. 110.

1 — Tome-se uma régua já verificada e ajuste-se a régua a verificar pelos lados mais longos, como se tivesse de as emendar.

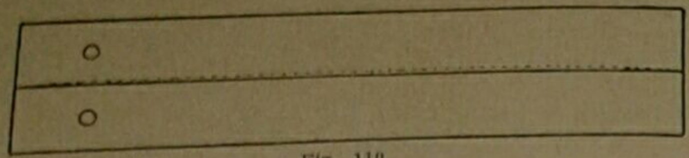


Fig. 110

2 — Colocando-as assim aplicadas de encontro à luz, examine-se se ficam de tal modo ajustadas que não deixem passar a claridade.

3 — Se em nenhum ponto da extensão das réguas se observar a luz através delas, pode reputar-se bôa a régua dada.

Observação. — Este processo não é rigoroso e mesmo é impossível ser aplicado em réguas de grande comprimento.

ESQUADROS — Os esquadros são instrumentos geralmente de madeira, tendo a fórma de um triângulo retângulo.

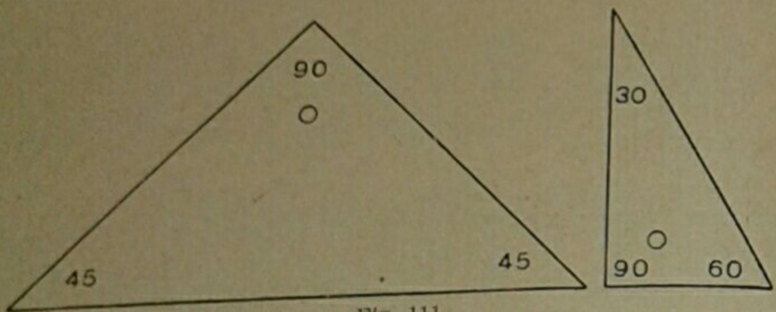


Fig. 111

Um jogo de esquadros compreende dois esquadros, tendo um a figura de um triângulo isósceles retângulo e o outro a de um triângulo escaleno retângulo, fig. 111. O primeiro se denomina **esquadro de 45,** por medirem os seus ângulos agudos 45º. O outro tem ângulos agudos de 30º e 60º.

Os esquadros destinados ao trabalho no quadro negro, devem ser grandes e de forte espessura; os que se destinam ao papel serão relativamente menores e de pequena espessura.

Deve preferir-se um pequeno esquadro para traçar com mais precisão as figuras pouco extensas.

Servem estes instrumentos para o traçado de paralelas e perpendiculares.

Um bom esquadro deve ser de madeira muito sêca, de pouca espessura, ter as arestas retilíneas e os catetos perpendiculares.

51 Verificação dos lados do esquadro.

1 — Aplique-se o processo da verificação da régua.

52 Verificação do perpendicularismo dos lados, fig. 112.

1 — Aplique-se uma régua R sôbre o papel e trace-se uma reta UV, conservando sempre a régua fixa sôbre o papel, até o fim da operação.

2 — Coloque-se um dos catetos do esquadro sôbre a régua e trace-se pelo outro uma reta. Posição 1.

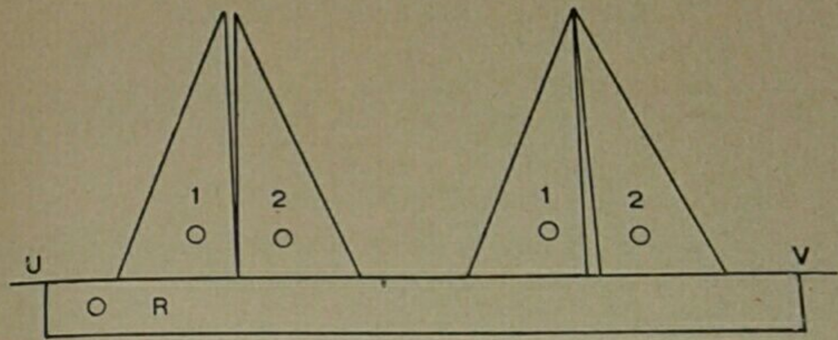


Fig. 112

3 — Volte-se o esquadro de qualquer modo para o outro lado, ajustando-o com a reta traçada. Posição 2.

4 — Pelo catêto não ajustado com a reta trace-se uma segunda reta; se ela coincidir exatamente com a primeira, o ângulo é reto, no caso contrário, o esquadro deve ser rejeitado.

53 Traçar, com o auxílio dos esquadros, paralelas a uma reta dada.

ST reta dada, fig. 113.

1 — Coloque-se o esquadro fazendo coincidir o cateto maior com a reta dada ST (posição 1).

2 — Firmando o esquadro em 1, coloque-se contra o cateto menor uma régua R.

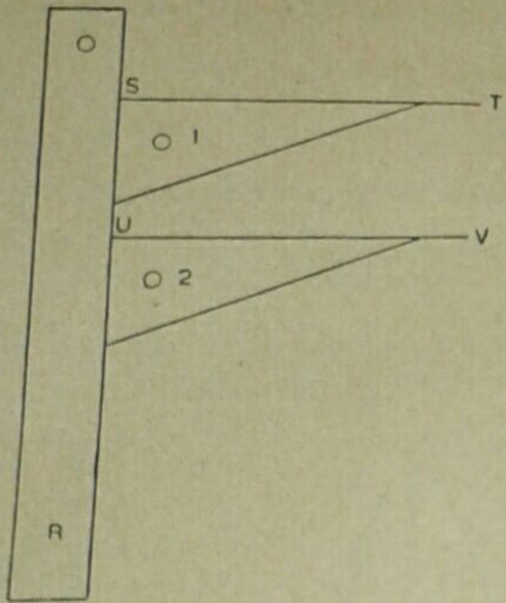


Fig. 113

3 — Firmando R faça-se escorregar o esquadro dando-lhe as posições 2, 3, ..., e em cada uma dessas posições tracem-se as retas ST, UV...

54 Traçar, com o auxílio dos esquadros, perpendiculares a uma reta dada.

YZ reta dada, fig. 114.

1 — Coloque-se o esquadro E fazendo coincidir o cateto maior com a reta dada YZ. Posição 1.

2 — Firmando-o nessa posição, coloque-se o outro esquadro na posição 2.

3 — Firmando um no outro, faça-se escorregar E da posição 1, abaixo de YZ, até a posição 3.

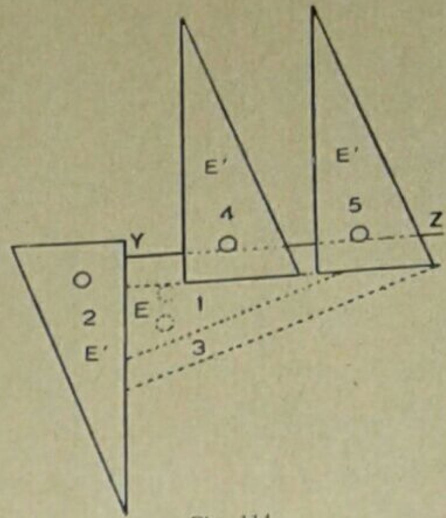


Fig. 114

4 — Firmando E em 3, desloque-se E' da posição 2, para colocá-lo sôbre E; fazendo-o escorregar, dê-se-lhe a série de posições 4, 5...

5 — Em cada uma dessas posições traçando pelo cateto maior têm-se retas perpendiculares à reta dada YZ.

Observação. — O traçado da perpendicular se fêz pelo cateto do esquadro; pode-se também fazer pela hipotenusa.

LR reta dada, figs. 115 e 116.

1 — Faça-se coincidir o cateto MN (fig. 115) ou a hipotenusa NS (fig. 116) de um esquadro com a reta dada. Posição 1.

2 — Fixe-se o esquadro na posição 1.

3 — Contra a hipotenusa NS (fig. 115) ou contra o cateto MN (fig. 116) da posição 1, coloque-se um esquadro ajustado sempre pela hipotenusa. Posição 2.

4 — Firmando na posição 2, (figs. 115 e 116) desloque-se o esquadro da posição 1, para o colocar na posição 3, em que um de seus catetos deve correr ao longo da hipotenusa da posição 2 nas duas figuras.

5 — A hipotenusa da posição 3, em ambas as figuras, dá a direção das perpendiculares à reta LR.

6 — Êste modo de traçar é preferível ao precedente, porque há apenas o deslocamento de um dos esquadros.

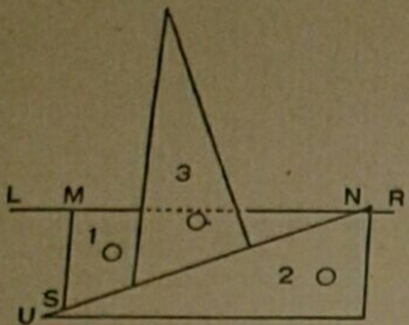


Fig. 115

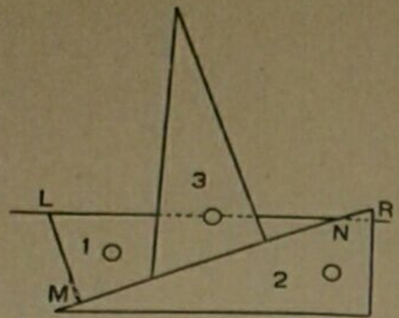


Fig. 116

7 — A manobra da fig. 116 é preferível, porquanto nela se dá à posição 1, do esquadro, apenas um movimento de rotação em tôrno do vértice M; a face do esquadro que se superpõe ao papel é sempre a mesma.

Podem-se traçar paralelas por meio da **régua de paralelas;** êste instrumento é formado de duas réguas que se aproximam ou se afastam, ficando sempre paralelas. Duas peças metálicas ligam as réguas, fig. 117.

55 Traçar paralelas a uma reta dada com a régua de paralelas.

EF reta dada, fig. 117.

1 — Ojuste-se a aresta da régua **ab** com a linha dada EF.

2 — Fixe-se **ab** para afastar **cd** a uma distância dada.

3 — Fixe-se **cd** e dela se aproxime **ab**

4 — Firmando **ab,** trace-se ao longo da aresta de **ab** a reta pedida.

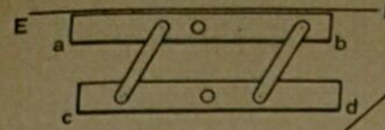


Fig. 117

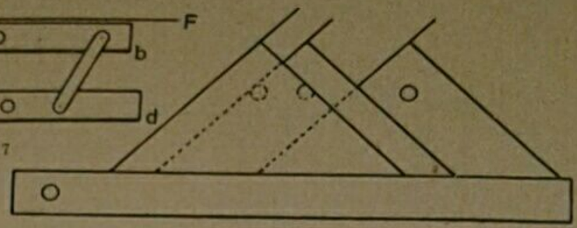


Fig. 118

56 Traçar paralelas inclinadas de 45°.

1 — Faça-se o esquadro de 45 correr ao longo da régua, tendo a hipotenusa aplicada contra ela, figura 118.

TÊ — Chama-se tê um instrumento composto de duas réguas de desigual comprimento, sendo uma muito longa, emendadas perpendicularmente em fórma de T, fig. 119.

Fig. 119

Serve para traçar paralelas.

O emprêgo do tê exige que o papel sôbre que se desenha seja fixo a uma prancheta e esta deve ter as superfícies de seus lados bastante lisas e em ângulo reto.

O tê é ùtilmente aplicado, quando se tem de traçar um grande número de linhas paralelas horizontais e verticais.

Começando um desenho, deve-se logo escolher duas arestas da prancheta que sirvam de diretrizes e para facilitar os movimentos escolhem-se de preferência as arestas da esquerda, e a outra mais longa, que fica mais próximo do desenhador.

A fig. 120 mostra o jogo que se deve dar ao tê.

A **cabeça do tê** em alguns casos é formada por duas réguas justapostas, movendo-se em tôrno do eixo, fig. 121.

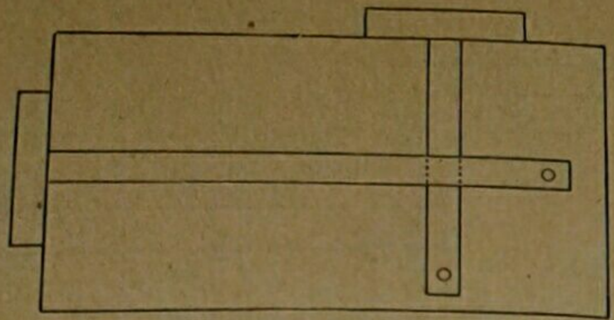


Fig. 120

Esta disposição permite traçar oblíquas paralelas entre si, fig. 122.

Fig. 121

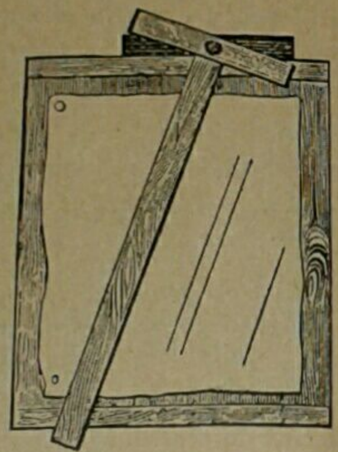


Fig. 122

O uso do tê é prejudicial às pessôas que começam a desenhar, porque as torna inhábeis ao manejo da régua e dos esquadros.

TIRA-LINHAS — O tira-linhas, figs. 123 e 124, como seu nome está indicando, é um instrumento que serve para traçar linhas.

Estas linhas só podem ser traçadas a tinta, e podem ter, segundo disposição apropriada do instrumento, grossuras diferentes.

Compõe-se o tira-linhas de um cabo ou haste fazendo corpo com duas lâminas ou palhetas de aço, terminando em ponta, que se podem aproximar ou afastar uma da outra por meio de um parafuso.

As lâminas devem ser rigorosamente iguais e paralelas para suas extremidades, que não devem ser muito finas, não cortarem o papel

Fig. 123

A grossura das linhas é determinada pelo maior ou menor afastamento das lâminas; é no intervalo destas e para as pontas que se coloca a tinta por meio de uma pena ou pincel.

Convém ter o cuidado de não introduzir muita tinta no tira-linhas e principalmente não a deixar no exterior das lâminas.

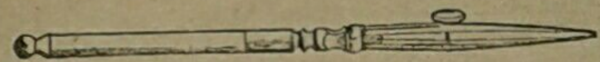


Fig. 124

Reguladas as lâminas com o afastamento, faz-se necessário escorregar o tira-linhas ao longo da aresta da régua, conservando-o perpendicular ao papel.

A ponta do tira-linhas deve ficar sempre equidistante da aresta da régua; para ter uma linha uniforme em toda a sua extensão, é preciso traçar seguidamente.

Sempre que se tiver de aplicar o tira-linhas ao desenho é preciso antes experimentá-lo em um papel à parte.

Depois de se ter feito uso do tira-linhas devem se agitar as lâminas nágua para tirar tôda a tinta, enxugá-las com cuidado e deixá-las afastadas.

Alguns tira-linhas, como os da figura 124, têm uma das lâminas movel em tôrno de uma charneira; esta disposição permite fazer a limpeza do instrumento com facilidade.

COMPASSOS — Os compassos são instrumentos de metal, compostos de duas hastes ou ramos, que se unem por uma extre-

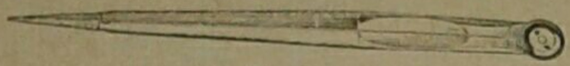


Fig. 125

midade, por um eixo ou **charneira** e pela outra terminando em ponta, se abrem ou se fecham um sôbre o outro.

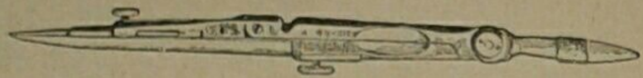


Fig. 126

O compasso que serve para marcar ou comparar distâncias e transportar grandezas se denomina **compasso de pontas fixas,** figuras 125 e 126.

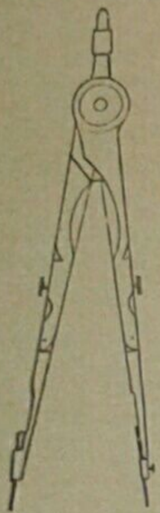


Fig. 127

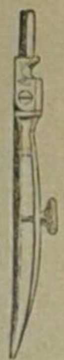


Fig. 128

Neste compasso os ramos são inteiros, terminando em ponta de agulha; além de muito finas, devem ser as pontas iguais, de modo que, fechado o compasso, representem elas um só ponto.

O compasso destinado ao traçado das circunferêcias é denominado **compasso de ponta movel,** fig. 127.

Um dos ramos neste compasso é disposto para receber e reter, por meio de um parafuso de pressão, um tira-linhas, fig. 128. ou um porta-lapis, fig 129.

Para traçar circunferências de grande raio é preciso alongar o ramo do compasso que recebe o tira-linhas ou o porta-lapis.

Para isso há uma **peça suplementar,** fig. 130.

Fig. 129

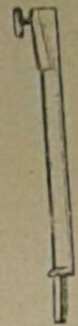


Fig. 130

A fig. 131 representa o grupo destas peças.

O tira-linhas e o porta-lapis que se adaptam ao compasso têm uma charneira, que permite dar-lhes uma posição mais ou menos

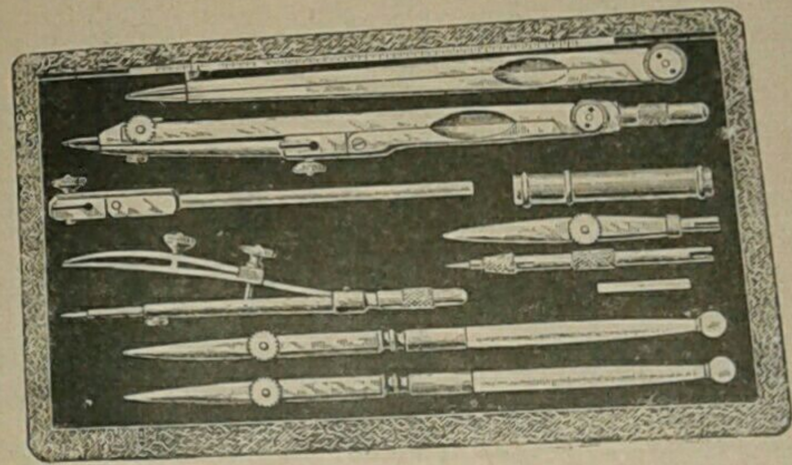


Fig. 131

normal ao papel, posição que auxilia com nitidez o traçado de círculos de raios diferentes.

Para o traçado de circunferências de muito pequeno raio emprega-se o **compasso balaustre**, fig. 132.

A extremidade superior dêste compasso geralmente não é de metal, tendo a fórma de um balaustre, o que lhe dá o nome; um dos ramos é terminado em ponta de agulha, e o outro traz um tira-linhas ou um porta-lapis.

A figura 133 mostra o porta-lapis fazendo corpo com o compasso.

A figura 134 apresenta em grupo estas peças.

Êste ramo assim armado aproxima-se ou afasta-se do outro ramo por meio de um parafuso diferencial, que permite, com útil

Fig. 132

Fig. 133

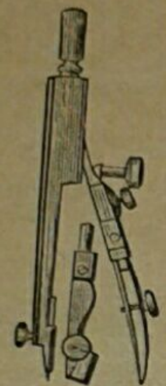


Fig. 134

vantagem, aumentar ou diminuir, por quantidades extremamente pequenas, a grandeza do raio, ou fixá-lo quando se torne necessário.

Usa-se também o compasso-balaustre, sem ser munido do parafuso diferencial, fig. 135.

Para marcar, comparar ou transportar pequenas distâncias, usa-se também um compasso-balaustre de pontas fixas, munido de parafuso diferencial, como os precedentes, fig. 136.

Um compasso é bom quando se abre completamente ou se fecha sem o menor sobressalto; nos maus compassos nota-se que os ramos têm um certo jogo ou deslocamento no eixo da charneira, quando se afastam ou se aproximam, ou que êles não se abrem ou

se fecham sempre suavemente, isto é, que não se emprega sempre o mesmo esfôrço para aproximar ou desviar os ramos.

Estando muito apertado o parafuso de ligação dos dois ramos do compasso, pode êle ser desapertado com o auxilio de um pequeno instrumento apropriado e que se denomina **chave,** fig. 137.

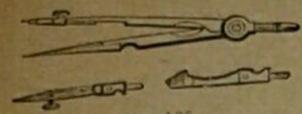


Fig. 135

Fig. 136

Operando com o compasso, deve-se manejá-lo ordinàriamente pela parte superior ou pela **cabeça** e não colocar os dedos entre os ramos, e apoiá-lo levemente sôbre a ponta, a fim de não furar o papel.

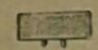


Fig. 137

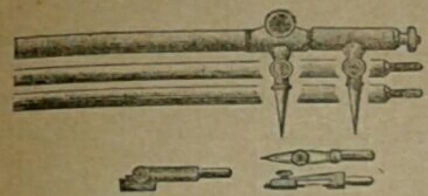


Fig. 138

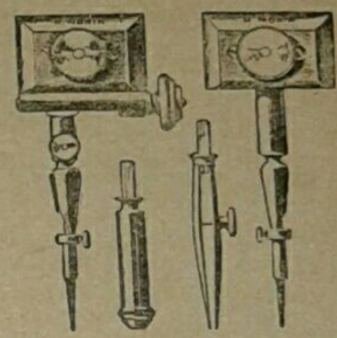


Fig. 139

Para as circunferências de muito grande raio emprega-se o **compasso-cintel,** figs. 138 e 139.

Neste compasso o eixo ou charneira é substituido por uma régua.

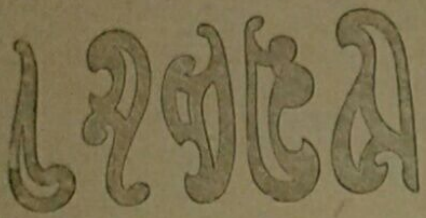
Os ramos são duas peças apropriadas a se adaptarem à régua, podendo correr livremente ao longo dela, sendo possivel, quando necessário, fixá-las por meio de um parafuso de pressão.

Um dos ramos é terminado em ponta de agulha, e o outro tem disposição própria para receber um tira-linhas ou um porta-lapis, que se pode aproximar ou afastar lentamente por meio de um parafuso diferencial, fig. 139.

O maior ou menor afastamento dos ramos sôbre a régua dá a grandeza do raio.

Para traçar uma circunferência, depois de se marcar o centro e a grandeza do raio, com a ponta de agulha fixa-se o centro, e se faz o tira-linhas ou o porta-lapis do outro ramo correr levemente sôbre o papel.

Para o traçado de curvas quaisquer, faz-se uso do **pistolet,** que é um instrumento de madeira, flexível e recortado em curvas diversas; as figuras 140 e 141, representa-o em 5 tipos.



Figs. 140 e 141

COMPASSO DE PROPORÇÃO — O compasso de proporção, fig. 142, é um instrumento que serve para reduzir ou ampliar comprimentos dados numa razão dada.

Compõe-se de duas pequenas réguas graduadas, de igual comprimento, movendo-se, por uma extremidade, em tôrno do eixo ou charneira e graduadas a partir do mesmo ponto, o eixo.

57 Reduzir um comprimento dado pelo compasso de proporção.

Seja $\frac{1}{n}$ a razão dada.

1 — Abram-se os ramos do compasso de uma quantidade, por exemplo, AB, fig. 142, que seja $\frac{1}{n}$ do comprimento OA dos ramos.

2 — Tome-se em seguida com um compasso de pontas fixas o comprimento dado que se quer reduzir e leve-se êsse comprimento ao compasso.

3 — Veja-se a partir do zero, em um dos ramos, qual o número da graduação que o comprimento tomado alcança.

4 — A distância de um ramo ao outro, tomada entre os mesmos números da graduação, é o comprimento reduzido.

5 — Seja MN, fig. 142, o comprimento que se quer reduzir a $\frac{1}{5}$, por exemplo.

6 — Como a graduação dos ramos do compasso vai até 0m,080, deve abrir-se o compasso de uma grandeza AB igual a 16 milimetros, porque 0,016m é a quinta parte de 80 milimetros.

7 — Leve-se o comprimento MN a um dos ramos do compasso; para isso, tome-se com um compasso de distâncias, o comprimento MN, e coloque-se uma ponta no zero da graduação e veja-se em que numeração cai a outra ponta.

8 — No exemplo citado cai essa ponta do compasso na numeração três centímetros e meio.

9 — O comprimento M'N', tomado entre os mesmos números 3 $\frac{1}{2}$ em da graduação nos dois ramos, é a distância reduzida.

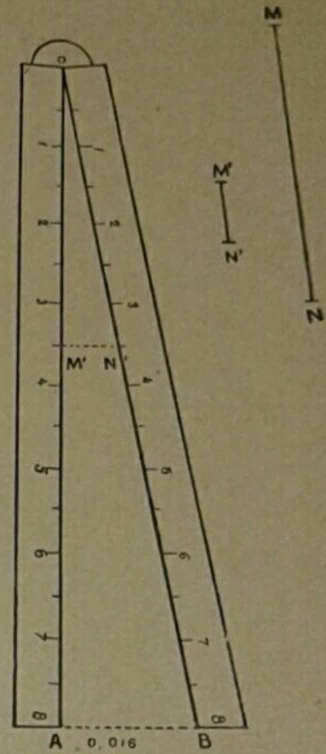


Fig. 142

10 — Com efeito, sendo AB $= \frac{1}{5}$ OA, será M' N' $= \frac{1}{5}$ de OM' ou de MN.

58 Ampliar um comprimento dado.

1 — Prepara-se o compasso como se tivesse de reduzir na razão $\frac{1}{n}$.

2 — Tome-se com o compasso de pontas fixas o comprimento dado e corram-se as pontas, até que elas possam colocar-se exatamente sôbre duas graduações equidistantes do zero.

3 — O comprimento de uma destas graduações ao zero do compasso é a linha ampliada.

4 — Seja M' N', fig. 142, o comprimento que se quer tornar, por exemplo, 5 vezes maior.

5 — Preparado o compasso, como se tivesse de reduzir na razão $\frac{1}{5}$, tome-se o comprimento M' N', entre as pontas de um compasso.

6 — Caminhando as pontas dêste compasso, sôbre a graduação dos dois ramos vê-se que elas se acomodam exatamente entre as numerações $3\frac{1}{2}$ cm.

7 — A distância M' O é o comprimento ampliado.

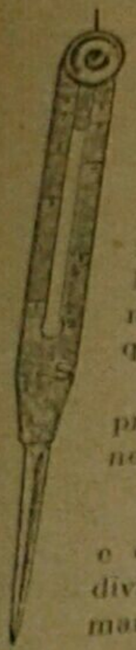


Fig. 143

COMPASSO DE REDUÇÃO — O compasso de redução, fig. 143, é também um instrumento que serve para reduzir ou ampliar comprimentos dados numa razão dada.

Compõe-se de dois ramos de igual comprimento, terminando por ambas as extremidades em ponta de agulha. Na extensão dos ramos há uma abertura dentro da qual se move uma corrediça, quando juxtapostos os ramos ou quando fechado o compasso.

Na corrediça está o eixo munido de um parafuso de pressão, que permite fixar a corrediça, e portanto a charneira em tôrno de qual se movem os ramos.

A **linha de fé** da corrediça é um traço que ela contém, e destinado a ficar em rigoroso prolongamento com as divisões traçadas sôbre os dois ramos; estas divisões trazem marcadas as razões segundo as quais se podem reduzir ou ampliar os comprimentos dados.

59 Reduzir um comprimento dado.

Seja $\frac{1}{n}$ a razão na qual se quer reduzir.

1 — Feche-se o compasso juxtapondo bem os ramos e desloque-se a corrediça, até que a linha de fé fique no prolongamento do traço indicado pela fração $\frac{1}{n}$.

2 — Nesta posição, por meio do parafuso de pressão, fixe-se a corrediça.

3 — Abra-se o compasso e com as pontas correspondentes aos ramos de maior extensão, em relação ao eixo, tome-se a grandeza do comprimento dado.

4 — A distância indicada pelas pontas, correspondentes aos menores ramos, é o comprimento reduzido.

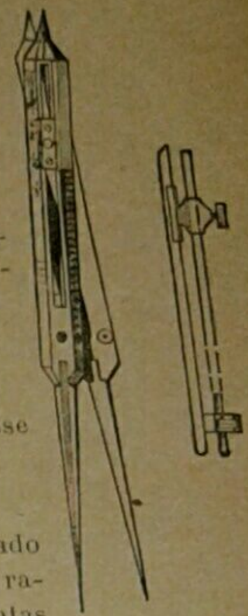


Fig. 144

60 Apliar um comprimento.

1 — Prepare-se o compasso como se tivesse de reduzir na razão $\frac{1}{n}$.

2 — Tome-se depois o comprimento dado com as pontas correspondentes aos menores ramos; a distância compreendida entre as pontas opostas será o comprimento ampliado.

Nos compassos de redução aperfeiçoados, os deslocamentos extremamente pequenos da linha de fé são obtidos por meio de um parafuso diferencial, que se adapta ao compasso, fig. 144.

COMPASSO DE TRÊS PERNAS — Compõe-se êste instrumento de ramos idênticos aos do compasso de pontas fixas, e que se movem em tôrno de uma charneira; o terceiro ramo pode ser fixado por meio de um parafuso de pressão, fig. 145.

Serve êste instrumento para medir simultâneamente 3 distâncias, e pode-se assim copiar um desenho.

TRANSFERIDOR — O transferidor, fig. 146, é um instrumento que serve para medir e construir ângulos.

Compõe-se de um semi-círculo ordinàriamente de metal ou de lâmina córnea transparente, cuja semi-circunferência é dividida em 180 partes iguais, ou 180 graus.

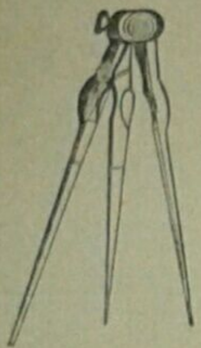


Fig. 145

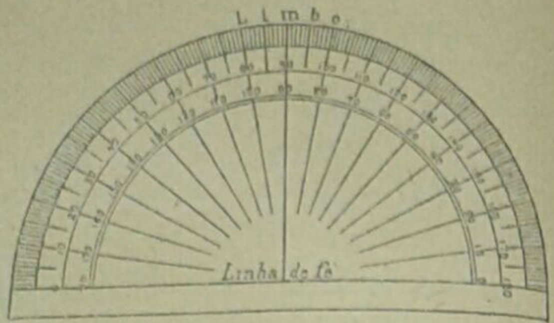


Fig. 146

Os graus são divididos ao meio, o que permite apreciar o ângulo até 30 minutos; em alguns transferidores esta apreciação é levada até 15 minutos, o que quer dizer que os graus são divididos em quatro partes.

A numeração dos graus é dupla, e geralmente feita de 10 em 10 graus, da direita para a esquerda, e da esquerda para a direita.

O diâmetro do semi-círculo que passa pela divisão 0, — 180º é a **linha de fé,** e a semi-circunferência dividida denomina-se **limbo**.

Os problemas 80, 81 e 82, 2.ª construção, ensinam a fazer uso dêste instrumento.

61 Verificação da graduação.

1.º processo:

1 — Tracem-se muitos ângulos de grandezas diferentes.

2 — Meçam-se esses ângulos da direita para a esquerda e da esquerda para a direita.

3 — Se o limbo estiver bem graduado, as duas medidas tomadas para cada ângulo devem ser iguais.

2.º processo:

1 — Meçam-se os três ângulos de um triângulo.

2 — Efetue-se a soma das 3 medidas; essa soma deve ser igual a 180º.

3.º processo:

1 — Trace-se uma circunferência com raio igual ao do transferidor.

2 — Divida-se essa circunferência em um número certo de partes iguais, de modo a obter um arco, fração exata da circunferência, em 10 partes iguais, por exemplo; a décima parte será, portanto, um arco de 36º, problema 136 (divisão em 10 partes).

3 — Tome-se com um compasso de distânena exatamente a corda desse arco, e leve-se ao transferidor, colocando uma ponta do compasso na divisão zero; a outra ponta deve cair na graduação 36º.

4 — Faça-se, em seguida, passear as pontas do compasso sôbre o limbo sucessivamente de grau em grau; se à corda tomada corresponder sempre um arco de 36º, pode-se concluír que a graduação está perfeita.

4.º processo, pela tabela de cordas:

1 — Tome-se na tabela de cordas, (vejam-se **tabelas de cordas**) uma corda correspondente a um arco conhecido.

2 — Reduza-se essa corda ao raio do transferidor.

3 — Aplique-se essa corda, assim reduzida sôbre o limbo do transferidor; ela deve subtender um arco igual ao arco tomado, se a graduação fôr bem feita.

NANQUIM OU TINTA DA CHINA — O nanquim deve ser a única tinta preta empregada no desenho, porque a tinta comum alaca as lâminas tira-linhas, e correndo muito fàcilmente, não se podem obter traços finos e puros; penetrando no papel não pode ser fàcilmente apagada, quando se tenha cometido algum engano.

O nanquim se apresenta no mercado já preparado no estado líquido, em frascos, ou, ainda, em forma de paus prismáticos e, neste caso, precisa ser diluido nágua para ser utilizado.

Para diluir o nanquim deitam-se três ou quatro gotas de água em um godé, fig. 147, contra o fundo do qual se atrita o nanquim até obter-se a tinta e fórma de uma massa pastosa, bastante negra e depois derrama-se sucessivamente a quantidade de água necessária para ter uma tinta negra, francamente diluída, a fim de que possa correr livremente no tira-linhas.

Deve-se evitar cuidadosamente molhar o nanquim em grande parte, e terminada a operação convém enxugá-lo com um pano, porque, deixando-o secar ao ar livre, êle ficará, no fim de algum

Fig. 147

tempo, completamente gretado, e ao ser novamente dissolvido, dividir-se-á em pequenos fragmentos.

Depois de estar sêco o nanquim dissolvido não deve mais ser usado, porque novamente molhado, êle correrá com dificuldade no tira-linhas e perde a sua qualidade indelével.

Dissolvido o nanquim, isto é, preparado para um trabalho, convém preservá-lo desde logo e durante todo o trabalho, de tôda e qualquer poeira, para lhe conservar a fluidez e a transparência.

Para se julgar da qualidade de um nanquim prepara-se uma tinta bastante espessa, para que se possam dar alguns traços puros e bastante negros.

Deixam-se secar êsses traços e depois sôbre êles passa-se uma esponja molhada; se a tinta se diluì, se o traço se alarga e se torna desigual, pode afirmar-se que o nanquim é de má qualidade; o bom nanquim deve suportar a lavagem sem alteração.

Pode-se também atritar o nanquim fracamente humedecido no fundo do godé; se as superfícies são foscas e granulosas pode reputar-se o nanquim de má qualidade; ao contrário, se são claras,

unidas, brilhantes e apresentando reflexos bronzeados, pode julgar-se bom.

O mau nanquim não tem o cheiro característico do almiscar e se dissolve fàcilmente.

O TRAÇADO — Denominam-se **diretrizes** duas retas perpendiculares entre si, às quais são paralelas tôdas as retas verticais e horizontais que entram na composição do desenho.

62 Construção das diretrizes.

1 — Dos quatro vértices A, B, C e D da fôlha de papel, descrevam-se arcos de circunferência, que se cortam em E e F, fig. 148.

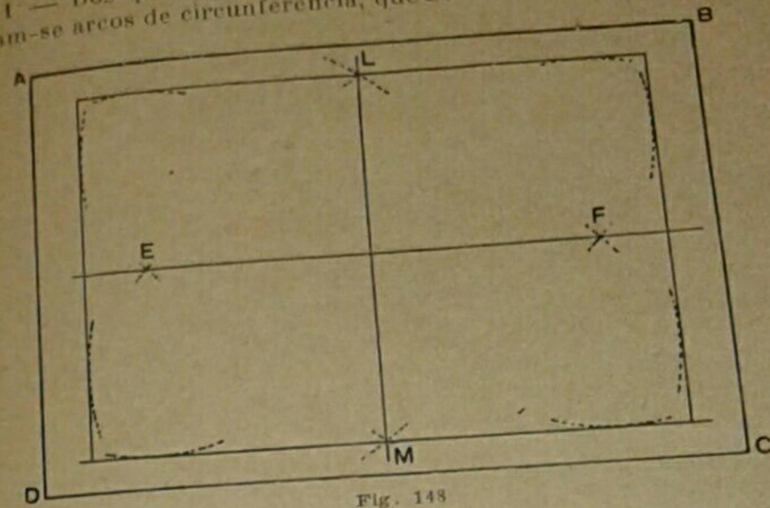


Fig. 148

2 — De E e F, como centros, descrevem-se outros arcos, que determinarão os pontos L e M.

3 — As linhas EF e LM prolongadas são as diretrizes.

A construção das diretrizes precede a todo e qualquer trabalho, que deve ser começado a lapis; as linhas a lapis devem ser muito finas e nítidas, o que exige que se trabalhe com um lapis bem aparado.

Resolver **graficamente** um problema é construir figuras que devem satisfazer as condições dadas.

A imperfeição dos instrumentos é uma causa de êrro que se torna tanto maior, quanto mais numerosas são as construções gráficas, que se empregam para resolver um problema; deve-se, pois, escolher entre tôdas as soluções, que se conhecem do problema, as que oferecem menor número de construções.

Os resultados fornecidos pelo traçado gráfico diferem dos verdadeiros resultados, por melhor que seja a prática do operador e a perfeição dos instrumentos; assim, por exemplo, querendo determinar-se um ângulo e dois lados de um triângulo, do qual se conhece um lado e dois ângulos adjacentes (problema 141, 1.º) por uma construção gráfica, os resultados não têm a mesma exatidão das soluções que se obteriam se se tratasse o problema numèricamente.

As linhas dadas, bem como as linhas pedidas de um problema, são apresentadas por **traços cheios;** as que são necessárias à construção e que se denominam **linhas auxiliares ou de construção** são representadas por pontos **(linhas pontuadas)** ou pequenos traços **(linhas pontilhadas)**.

Quando se copia um desenho, ou quando se quer representar a forma de um corpo, ou quando se resolve um problema de geometria, começa-se a lapis, traçando as linhas principais, isto é, aquelas que limitam outras linhas, e que podem dar, desde logo, idéia do esbôço do desenho, que se completará em seguida.

Depois de completamente terminado o traçado a lapis, começa-se a **passar o desenho a tinta** ou **cobrir** com tinta os traços dados a lapis; dados todos os traços finos, passa-se aos grossos, para o que se afastam convenientemente as pontas do tira-linhas.

Quando no desenho há linhas de concordância (vejam-se **linhas de concordância)** descrevem-se em primeiro lugar os arcos, porque é mais fácil concordar uma reta a uma curva do que executar a operação inversa; quando há muitas circunferências ou muitos arcos concêntricos traçam-se primeiro os de raio mais extenso, porque é mais fácil fechar, o compasso do que abri-lo.

Convém traçar seguidamente tôdas as linhas dirigidas no mesmo sentido; os traços finos dados com uma tinta muito espessa são raramente puros, porque a tinta seca ràpidamente entre as lâminas do tira-linhas; convém, para estes traços, empregar uma tinta mais diluída, que correrá mais livremente.

Cobrir um desenho a tinta é uma operação difícil e minuciosa, e exige uma longa prática, a fim de que se possa obter com segurança a pureza dos contornos.

Terminado o desenho se procede ao traçado do **quadro;** o quadro é geralmente um retângulo, cujos lados são paralelos às diretrizes e limitam o desenho.

Os quadros devem ser simples e proporcionados ao tamanho do desenho; uma ou duas linhas da grossura dos traços finos do desenho são suficientes, ou então um traço grosso e outro fino, devendo ficar êste último interiormente.

O nome da escola e a data, bem como a assinatura do autor colocam-se fora do qudro, no sentido da diretriz horizontal, devendo ficar esta à esquerda e aquela à direita.

63 Construção do quadro, fig. 148.

1 — Dos pontos E e F ou de outros pontos quaisquer tomados sôbre a diretriz EF, com raio conveniente, descrevam-se os arcos.

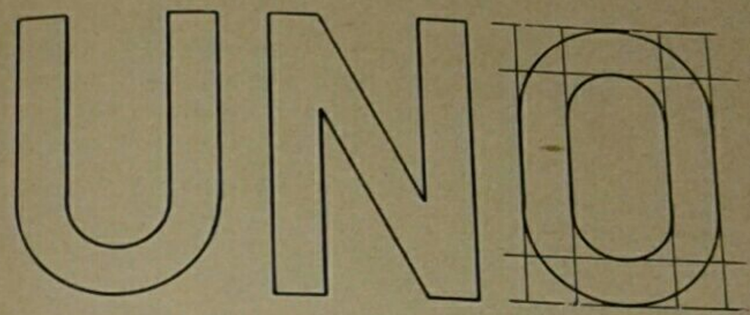


Fig. 149

2 — Dos pontos L e M, ou de outros tomados sôbre a diretriz LM, descrevam-se os arcos.

3 — As tangentes aos arcos formam o quadro.

Terminado o quadro procede-se à escritura dos títulos.

Os caracteres do alfabeto conforme a sua forma e grandeza recebem diversas denominações: letra gótica, letra cursiva, letra itálica, romano filiforme, latino filiforme, e outras.

Em geral, um título ou escritura compõe-se de mais de uma espécie de letras e em cada espécie de letras iniciais são maiúsculas e por isso chamam-se também versais.

As versais são encerradas em retângulos, cujas dimensões são as mesmas para um mesmo alfabeto, fig. 149.

Exagera-se fracamente a largura para as letras redondas como O, C, D, G, exagera-se mais um pouco para A, V e M e diminui-se a largura para o J.

Na construção do alfabeto permite-se que a barra superior do E seja um pouco mais curta que a inferior, que as letras B e S tenham a parte superior menos larga e menos alta que a inferior, que as hastes do M se tornem divergentes para a base, detendo-se as hastes médias antes de chegar à base, e finalmente a haste esquerda do R se prolongue.

Em geral as letras maiúsculas têm as seguintes dimensões:

2 por 3 para as letras comuns;

3 por 4 para as letras largas;

2 por 4 para as letras estreitas;

A regra para os intervalos é a seguinte: o intervalo regular de letra a letra deve ser a metade da largura; certas letras, porém, como A, F, L, T, V e Y para não parecerem muito isoladas, devem ser aproximadas, apreciando-se a ôlho os seus espacejamentos.

O intervalo de uma palavra a outra regula ser de uma letra e meia a duas letras.

64 Escritura dos títulos.

1 — Prepare-se o espaço que deve receber o título e trace-se o eixo de simetria (Veja-se simetria).

2 — Escreva-se o título em um papel à parte para contar o número de letras e intervalos, a fim de fazer a disposição de cada lado do eixo.

3 — Tracem-se as paralelas horizontais e verticais para formar os retângulos com as dimensões apropriadas.

4 — Desenhem-se as letras a lapis para as cobrir depois a nanquim.

Acabado o desenho é preciso limpá-lo, isto é, tirar com a borracha todos os traços de lapis.

A borracha não deve ser muito dura; os pedaços mais cômodos são os maiores, porque são mais fàcilmente manobrados.

Para apagar os traços de lapis passa-se a borracha sôbre o desenho repetidas vezes, tendo o cuidado de a friccionar sempre no mesmo sentido.

Em substituição à borracha emprega-se o miolo de pão