

F. NERÊO DE SAMPAIO

# DESENHO

1ª SÉRIE DO,  
CURSO SECUNDÁRIO



1941

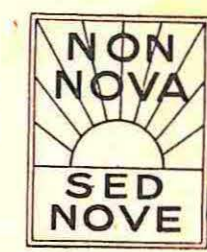
~~1700~~  
1000

F. NERÉO DE SAMPAIO

PROFESSOR DE ORIENTAÇÃO DO ENSINO DE DESENHO E ARTES  
APLICADAS DA ESCOLA DE EDUCAÇÃO DO DISTRITO FEDERAL

# DESENHO

1ª série do Curso Secundário



PIMENTA DE MELLO & Cia.  
TRAVESSA DO OUVIDOR, 34  
— RIO DE JANEIRO —

ÀS MEMÓRIAS DE TRÊS GRANDES  
PROFESSORES E AMIGOS

Ernesto da Cunha de Araujo Vianna

Heitor Lyra da Silva

e

Vicente Licinio Cardoso

### **Publicações do mesmo autor**

- Desenho Espontâneo das Crianças. Considerações sobre sua metodologia. Rio 1929. Esgotada.
- O Desenho ao Alcance de Todos. Perspectiva de Observação orientando o desenho do natural. Companhia Editora Nacional. S. Paulo. 2.<sup>a</sup> edição em 1938.
- Em preparação:
- Desenho para as demais séries do ciclo fundamental.
- Desenho para o ciclo complementar.
- Grafismo. Evolução e Didática.

## INCORREÇÕES

Em	vez	de	póde	deve	ser	pode	pg.	1	linha	12
"	"	"	constante	"	"	constantemente	"	9	"	2
"	"	"	$A_1 B_1$	"	"	AB	"	11	"	31
"	"	"	sôma	"	"	soma	"	13	"	4
"	"	"	regra	"	"	régua	"	13	"	22
"	"	"	Marques	"	"	marque	"	13	"	30
"	"	"	passagens	"	"	passagem	"	13	"	31
"	"	"	sômas	"	"	soma	"	17	"	7
"	"	"	AD	"	"	AB	"	17	"	20
"	"	"	abuissa	"	"	abscissa	"	22	"	46
"	"	"	TV	"	"	TU	"	28	"	22
"	"	"	como	"	"	com o	"	32	"	19
"	"	"	patrões	"	"	padrões	"	49	"	3
"	"	"	tôda	"	"	toda	"	49	"	11
"	"	"	distinctos	"	"	distintos	"	49	"	24
"	"	"	couhas	"	"	cousas	"	60	"	23
"	"	"	chanfrado	"	"	chanfrado	Estampa I			

# ÍNDICE

Aos estudantes . . . . . 1

## 1.<sup>a</sup> PARTE

### Desenho Geométrico

CAPÍTULO I — Linhas, retas segmentos retilíneos e semirretas. Emprego de alguns instrumentos.

	PAGS.
§ 1 — Linhas, ponto . . . . .	3
§ 2 — Retas, segmentos retilíneos e semirretas . . . . .	4
§ 3 — Posições das retas: absolutas e relativas . . . . .	4
§ 4 — Uso da régua T e traçado das paralelas . . . . .	4
§ 5 — Uso dos esquadros e traçado das paralelas e perpendiculares . . . . .	5
§ 6 — Uso do duplo ou do triplo decímetro . . . . .	6

CAPÍTULO II — Linhas curvas, círculo e arco de círculo.

	PAGS.
§ 7 — Linhas curvas . . . . .	8
§ 8 — Transferidor. Diâmetro, raio e semicírculo . . . . .	8
§ 9 — Medida dos arcos de círculo. Grau. Graço . . . . .	10
§ 10 — Divisões do grau . . . . .	10
§ 11 — Exemplo de medida de arco de círculo . . . . .	11

CAPÍTULO III — Ângulos. Leitura, medida e traçados.

	PAGS.
§ 12 — Leitura de ângulos. Vértice e lados do ângulo . . . . .	12
§ 13 — Medida dos ângulos. Grandeza dos ângulos agudo, obtuso e reto . . . . .	12
§ 14 — Elementos para a localização dos ângulos . . . . .	13
§ 15 — Traçado dos ângulos com o transferidor . . . . .	13
§ 16 — Ângulos adjacentes . . . . .	13
§ 17 — Soma de ângulos ao redor de um ponto . . . . .	14
§ 18 — Soma de ângulos de um lado de uma reta . . . . .	14
§ 19 — Soma de ângulos entre 2 retas que se cruzam perpendicularmente . . . . .	14
§ 20 — Traçado de ângulo menor de um grau . . . . .	14
§ 21 — Soma de ângulos . . . . .	14

	PAGS.
§ 22 — Subtração de ângulos.. . . . .	15
§ 23 — Divisão de ângulos em partes iguais. Bissetriz.. . . . .	15
§ 24 — Traçado dos ângulos com o compasso.. . . . .	16
§ 25 — Traçado de ângulos iguais.. . . . .	17
§ 26 — Traçado da bissetriz quando o vértice do ângulo é inacessível.. . . . .	17

CAPÍTULO IV — Traçado das perpendiculares, das paralelas e suas aplicações.

§ 27 — Traçado da perpendicular:	
1.º — Com o transferidor.. . . . .	19
2.º — Com os esquadros de 45.º.. . . . .	19
3.º — Com os esquadros de 60.º.. . . . .	20
4.º — Pela translação de um esquadro.. . . . .	21
5.º — Com compasso e esquadros.. . . . .	21
6.º — Traçado da perpendicular ao extremo de um segmento.. . . . .	22
§ 28 — Sistema Cartesiano. Eixos coordenados. Ordenadas e abcissas.. . . . .	22

Aplicações:

1.ª — Gráfico de temperatura.. . . . .	23
2.ª — Gráfico de movimento de trens.. . . . .	23
3.ª — Redes ortogonais para ampliações e reduções. Compasso de redução.. . . . .	25

CAPÍTULO V — Generalidades sobre Polígonos e Triângulos.

§ 29 — Noções gerais: linha poligonal, polígono, lados classificação.. . . . .	28
§ 30 — Triângulos ou Triláteros.. . . . .	29
§ 31 — Triângulo equilátero; definição e construção.. . . . .	29
§ 32 — Triângulo isósceles; definição e construção.. . . . .	29
§ 33 — Triângulo escaleno; definição e construção.. . . . .	29
§ 34 — Triângulo retângulo — Hipotenusa e catetos.. . . . .	30
§ 35 — Construção de um triângulo qualquer.. . . . .	30
§ 36 — Classificação dos triângulos quanto aos ângulos.. . . . .	30
§ 37 — Triângulo como figura indeformável.. . . . .	30

CAPÍTULO VI — Quadrângulos ou quadriláteros.

§ 38 — Definições e divisão.. . . . .	31
§ 39 — Quadrado, definição e construção.. . . . .	31
§ 40 — Retângulo, definição e construção.. . . . .	31
§ 41 — Losango ou rombo, definição e construção.. . . . .	32
§ 42 — Paralelogramo ou rombóide, definição e construção.. . . . .	32
§ 43 — Paralelogramo como figura deformável e suas aplicações. Balanças e pantógrafos.. . . . .	33

	PAGS.
§ 44 — Trapézios, definição e classificação.. . . . .	34
§ 45 — Construção do trapézio retângulo.. . . . .	34
§ 46 — Construção do trapézio isósceles.. . . . .	34
§ 47 — Construção do trapézio escaleno.. . . . .	35

CAPÍTULO VII — Aplicações de algumas propriedades dos triângulos e trapézios semelhantes.

§ 48 — Figura semelhante. Triângulos semelhantes.. . . . .	36
§ 49 — Divisão de um segmento retilíneo em partes iguais ou proporcionais.. . . . .	37
§ 50 — Propriedade dos trapézios semelhantes.. . . . .	37

CAPÍTULO VIII — Polígonos de mais de quatro ângulos.

§ 51 — Construção dos polígonos regulares pela inscrição no círculo.. . . . .	39
§ 52 — Pentágono; construção.. . . . .	39
§ 53 — Tabela dos valores dos ângulos centrais de alguns polígonos.. . . . .	40
§ 54 — Heptágono; construção.. . . . .	40
§ 55 — Undecágono; construção.. . . . .	40
§ 56 — Construção, com o compasso, de alguns polígonos regulares inscritos. O hexágono.. . . . .	41
§ 57 — Triângulo inscrito.. . . . .	41
§ 58 — Dodecágono inscrito.. . . . .	41
§ 59 — Quadrado, octógono e o polígono de 16 lados.. . . . .	41
§ 60 — Construção dos polígonos regulares conhecendo-se o lado.. . . . .	41

2.ª PARTE

Desenho Decorativo

CAPÍTULO IX — Generalidades.

§ 61 — A tendência decorativa nos primórdios da humanidade.. . . . .	43
§ 62 — O caráter funcional da decoração.. . . . .	43
§ 63 — Lógica decorativa.. . . . .	44
§ 64 — O aproveitamento das formas geométricas como base do início do estudo da Arte Decorativa.. . . . .	45

CAPÍTULO X — Motivo padrão e Orientação.

§ 65 — Composição decorativa.. . . . .	46
§ 66 — Finalidade da Composição. Os elementos. Motivo simples e motivo composto.. . . . .	46
§ 67 — Motivo tipo ou motivo padrão.. . . . .	46
§ 68 — Posição do motivo padrão — Orientação.. . . . .	47

CAPÍTULO XI — Sistemas ornamentais.

	PAGS.
§ 69 — Sistema ornamental.. . . . .	49
§ 70 — As leis de repetição e alternção.. . . . .	49
§ 71 — Friso, painel e motivo isolado.. . . . .	49
§ 72 — Estudo dos motivos.. . . . .	49
§ 73 — Diagrama.. . . . .	50
§ 74 — Uso do calque e decalque.. . . . .	50
§ 75 — Sistemas ornamentais em redes. As redes ortogonais e os mosaicos.. . . . .	50
§ 76 — Diagramas ornamentais ou decorativos.. . . . .	51
§ 77 — Sistemas ornamentais em meandros e gregas.. . . . .	51
§ 78 — Entrelaçados e traço de força.. . . . .	51
§ 79 — Sistemas ornamentais em redes de malhas oblíquas.. . . . .	52
§ 80 — Sistemas ornamentais em redes de malhas compostas.. . . . .	52
§ 81 — Polígonos estrelados e rosáceas.. . . . .	53

CAPÍTULO XII — Aplicações decorativas.

	PAGS.
§ 82 — Referências às Composições decorativas da Estampa X.. . . . .	54
§ 83 — Referências às Composições decorativas da Estampa XI.. . . . .	54
§ 84 — Referências às composições decorativas da Estampa XIII.. . . . .	55
§ 85 — Referências à Composições decorativas da Estampa XV.. . . . .	55
§ 86 — O emprêgo das côres.. . . . .	55
§ 87 — A Bandeira Brasileira — Medidas e proporções.. . . . .	56
§ 88 — " " " — Traçado da zona branca e lema.. . . . .	56
§ 89 — " " " — Grandezas das estrelas.. . . . .	56
§ 90 — " " " — Distribuição das estrelas.. . . . .	57
§ 91 — " " " — As côres.. . . . .	58

3.<sup>a</sup> P A R T E

Desenho do Natural

CAPÍTULO XIII — Generalidades — Método. Lei da convergência.

	PAGS.
§ 92 — Definição.. . . . .	59
§ 93 — Como se vê.. . . . .	59
§ 94 — 1. <sup>a</sup> Série de experiências para a organização de um método.. . . . .	60
§ 95 — 2. <sup>a</sup> Série de experiências para organização de um método.. . . . .	62
§ 96 — Exposição do método.. . . . .	64
§ 97 — Aplicação do método a situações de maior complexidade.. . . . .	65
§ 98 — Vantagens e desvantagens do método exposto.. . . . .	66
§ 99 — Simplificações nas marcações.. . . . .	67
§ 100 — Exercícios para novas observações. Lei da convergência.. . . . .	67

CAPÍTULO XIV — Plano do horizonte. Ponto de fuga.

	PAGS.
§ 101 — Definição de linha do horizonte — Ponto de fuga.. . . . .	69
§ 102 — Horizontal de observação. Ponto de fuga.. . . . .	70
§ 103 — Desenho de detalhes.. . . . .	71
§ 104 — Exercícios com modêlos de forma prismática.. . . . .	71

CAPÍTULO XV — Técnicas de acabamento.

	PAGS.
§ 105 — Generalidades.. . . . .	73
§ 106 — Considerações sôbre policromias e monocromias.. . . . .	73
§ 107 — Ajustação de valores nas côres. O tracejado. Enquadramentos.. . . . .	74

CAPÍTULO XVI — Traçado das curvas circulares.

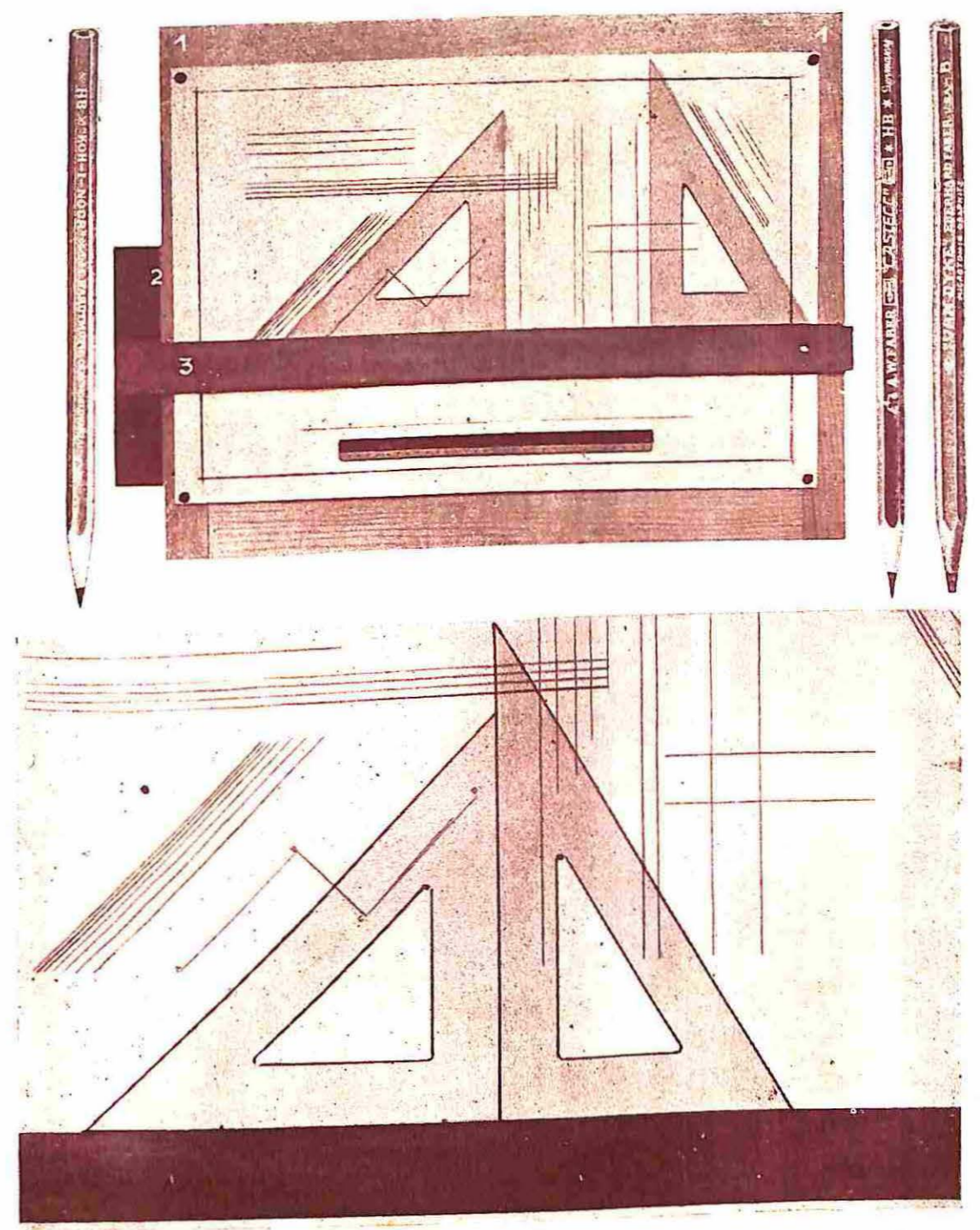
	PAGS.
§ 108 — Deformação do círculo.. . . . .	76
§ 109 — Traçado da curva.. . . . .	77
§ 110 — Representação das superfícies curvas dos sólidos de revolução.. . . . .	78
§ 111 — Reflexões para maior segurança da representação das superfícies curvas.. . . . .	79
§ 112 — Curvas concêntricas.. . . . .	80
§ 113 — Curvas concêntricas em planos diferentes.. . . . .	81
§ 114 — Marcação de objetos em conjunto.. . . . .	81



## INDICE DOS ASSUNTOS QUE SE ACHAM NO PROGRAMA OFICIAL

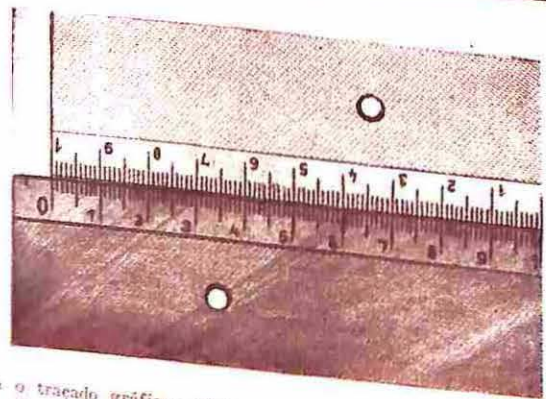
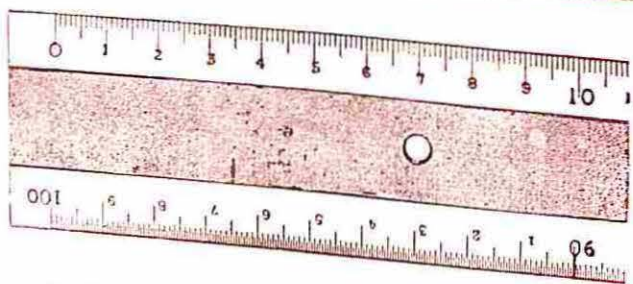
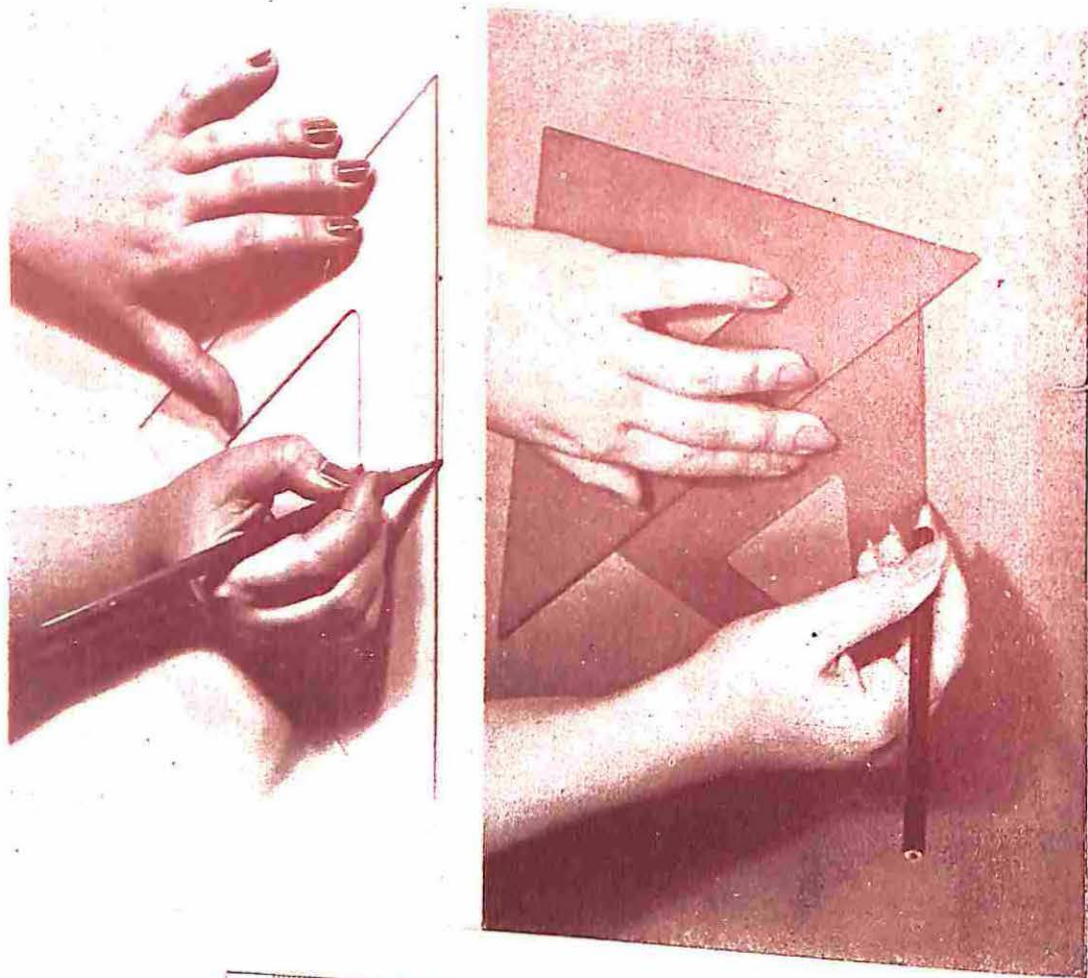
- I — Desenho do natural
- Cópia de objetos comuns para averiguar os defeitos da representação espontânea que devem ser corrigidos pela observação direta do natural. . . . . §§ 92 e 93
  - Representação de planos de frente, situados a distâncias variáveis. . . . . §§ 92, 93 e 94
  - Prática da avaliação visual de proporções e da redução perspectiva, sem deformações, pelo emprêgo do lapis e da régua graduada. . . § 94
  - Exercícios sôbre proporções lineares. . . . . § 94
  - Croquis de observação de objetos comuns, apresentando faces planas em várias direções. . . . . §§ 95 e 96
  - Prática da avaliação direta dos ângulos, no espaço, por meio de dois esquadros, para o estudo intuitivo da deformação perspectiva. . . . . §§ 95 e 96
  - Variações do tema anterior: 1.º, variando-se a posição do observador ou do objeto; 2.º, representando de memória, no quadro negro, os objetos desenhados em novas posições. . . . . §§ 97 a 100
  - Influência do ponto de vista. . . . . § 94
  - Representação de círculos concêntricos e do círculo em diferentes posições. . . . . §§ 108, 109 e 112
  - Representação de superfícies curvas, pela prática de croquis de observação dos objetos que apresentam essas superfícies, a começar pelas superfícies de revolução. . . . . §§ 110, 111 e 113
  - Variações do tema anterior: 1.º, fazendo variar a posição do observador ou do objeto; 2.º representando, de memória, no quadro negro, os objetos desenhados em novas posições. . . . . §§ 111, 112 e 113
- II — Desenho Decorativo
- Noção de motivo e seu aproveitamento decorativo: leis de repetição. . . . . §§ 65 a 68, 70 e 72
  - Diagramas decorativos. . . . . §§ 71, 73 a 76
  - Faixas simples, com elementos retilíneos. . . . . §§ 3, 27 e 77
  - Meandros e gregas. . . . . §§ 28 e 77
  - Faixas entrelaçadas, com indicação do traço de força e hachurado. . . . . Estampa VIII e § 78
  - Redes de malhas ortogonais. Traçados ornamentais. . . . . §§ 28, 39, 40, 75 e 76
  - Redes de malhas oblíquas. . . . . § 31, 32, 33, 41, 42 79
  - Redes de malhas poligonais. . . . . §§ 51, 52, 54, 55, 58, 59, 75, 80, 82 a 85
  - Traçados ornamentais. . . . . §§ 82 a 85
  - Redes de malhas compostas. . . . . § 80
  - Traçados ornamentais. . . . . §§ 82 a 85
  - Polígonos estrelados. Rosáceas. Traçados ornamentais. . . §§ 29, 71 e 81
  - Apreciação de ornatos típicos, referentes aos diagramas acima considerados. . . . . §§ 82 a 85

### ESTAMPA I



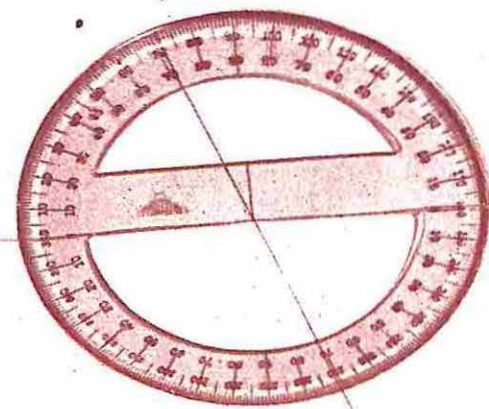
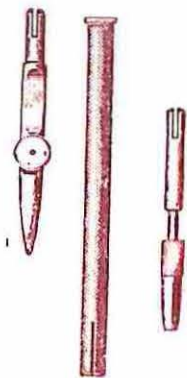
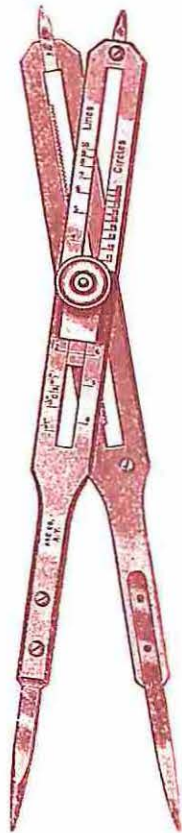
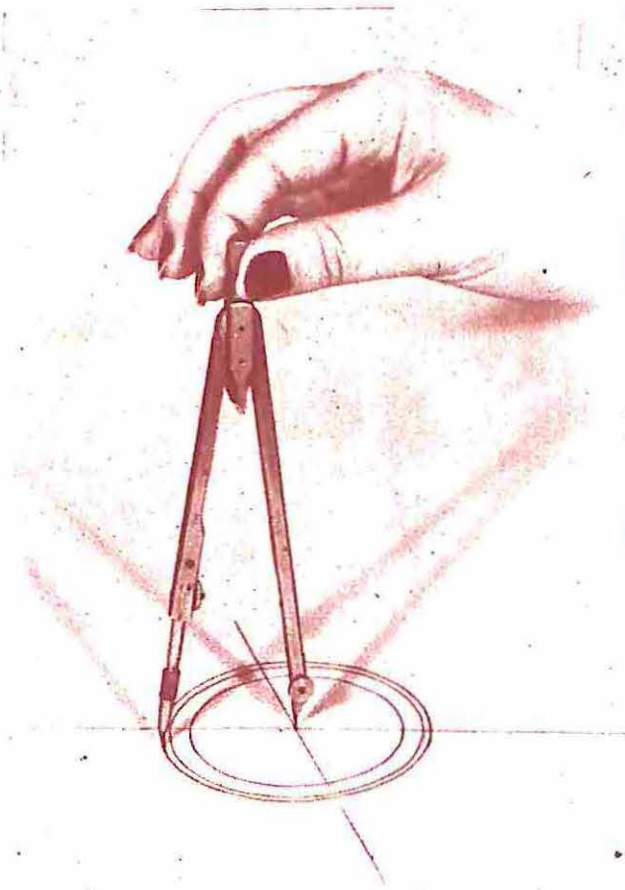
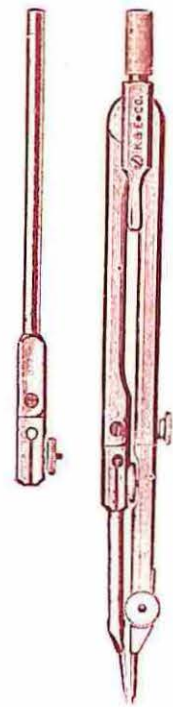
Prancheta e régua T. 1, guardas laterais da prancheta. 2, rebaixo da régua T. 3, dorso da régua T. Triplo decímetro. — À esquerda, lapis com a ponta em cone para a determinação de pontos. — À direita, lapis com a ponta chamfrada para os traçados de linhas. Em baixo os dois esquadros e do 45.º à esquerda e o de 60.º à direita.

ESTAMPA II



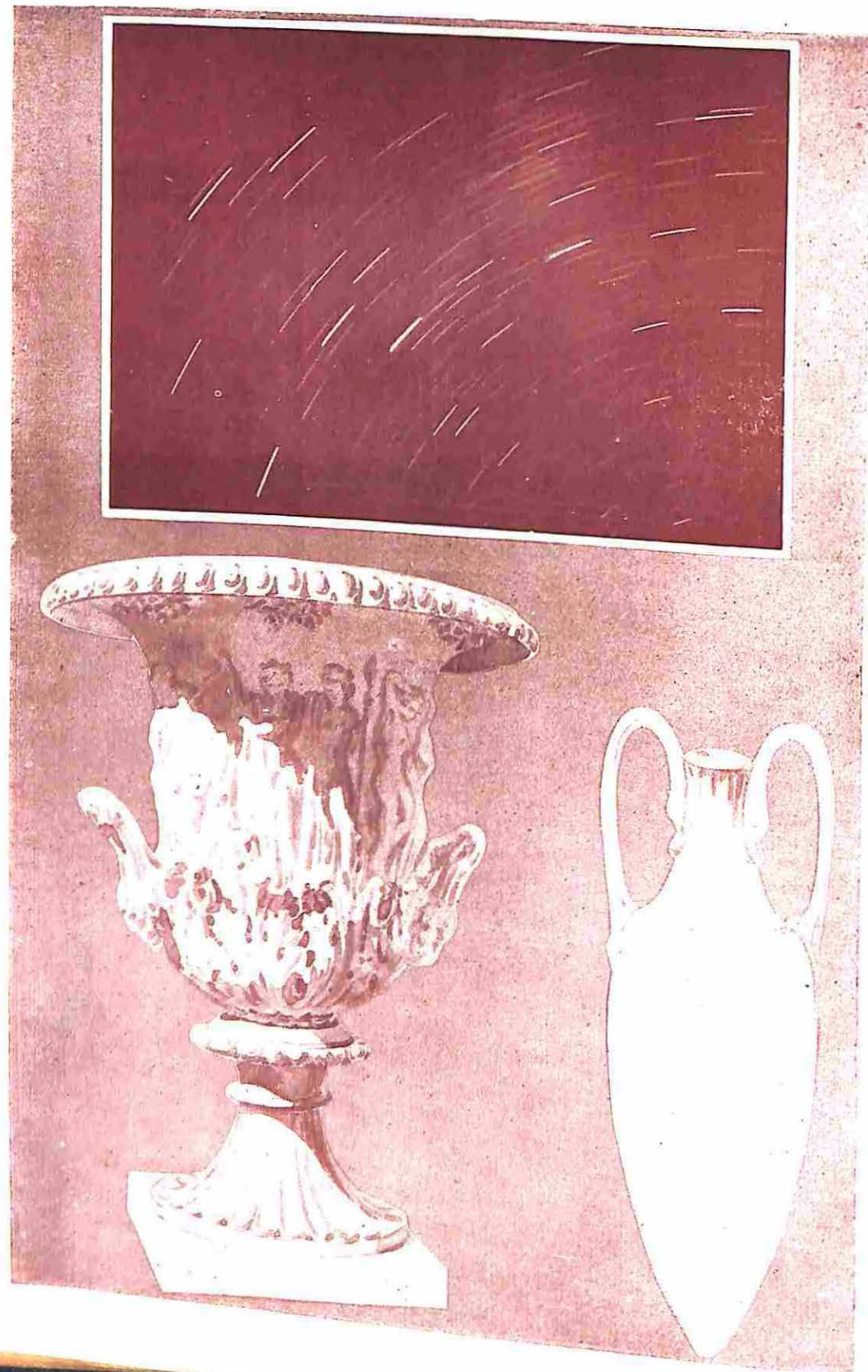
Posição correta para o traçado gráfico; traço confundido com a aresta do esquadro. Posição incorreta; traço variando a direção de acordo com a posição do lapis e da mão. Régua graduada em milímetros e decimímetros. Régua juxtaposta ao padrão para verificar a exatidão das divisões.

ESTAMPA III

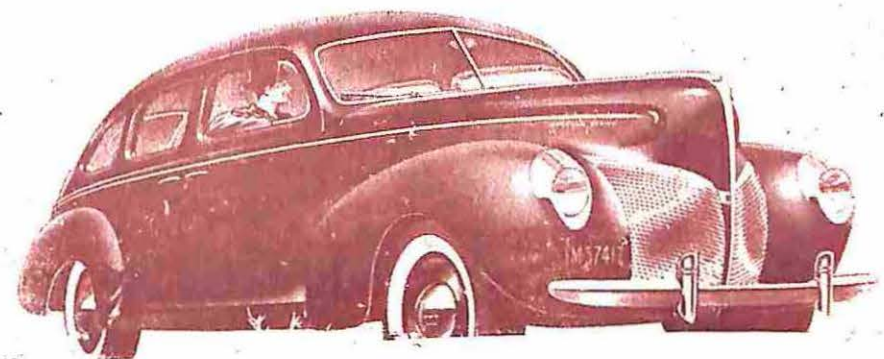
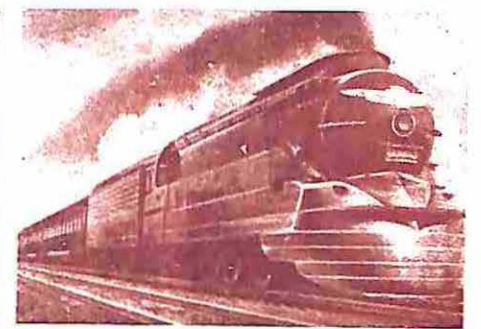


Ao centro, posição correta de manejar o compasso. A esquerda, compasso balaustre e perna para aumento. A direita, compasso de redução ou ampliação. Em baixo, tira linhas, estojo do mesmo, cápsula e pegador de mina para adaptação ao compasso balaustre. Transferidor circular com limbo graduado em graus. (A fig. 17 mostra um transferidor com 180.º). Compasso de unha para ser adaptado ao lapis.

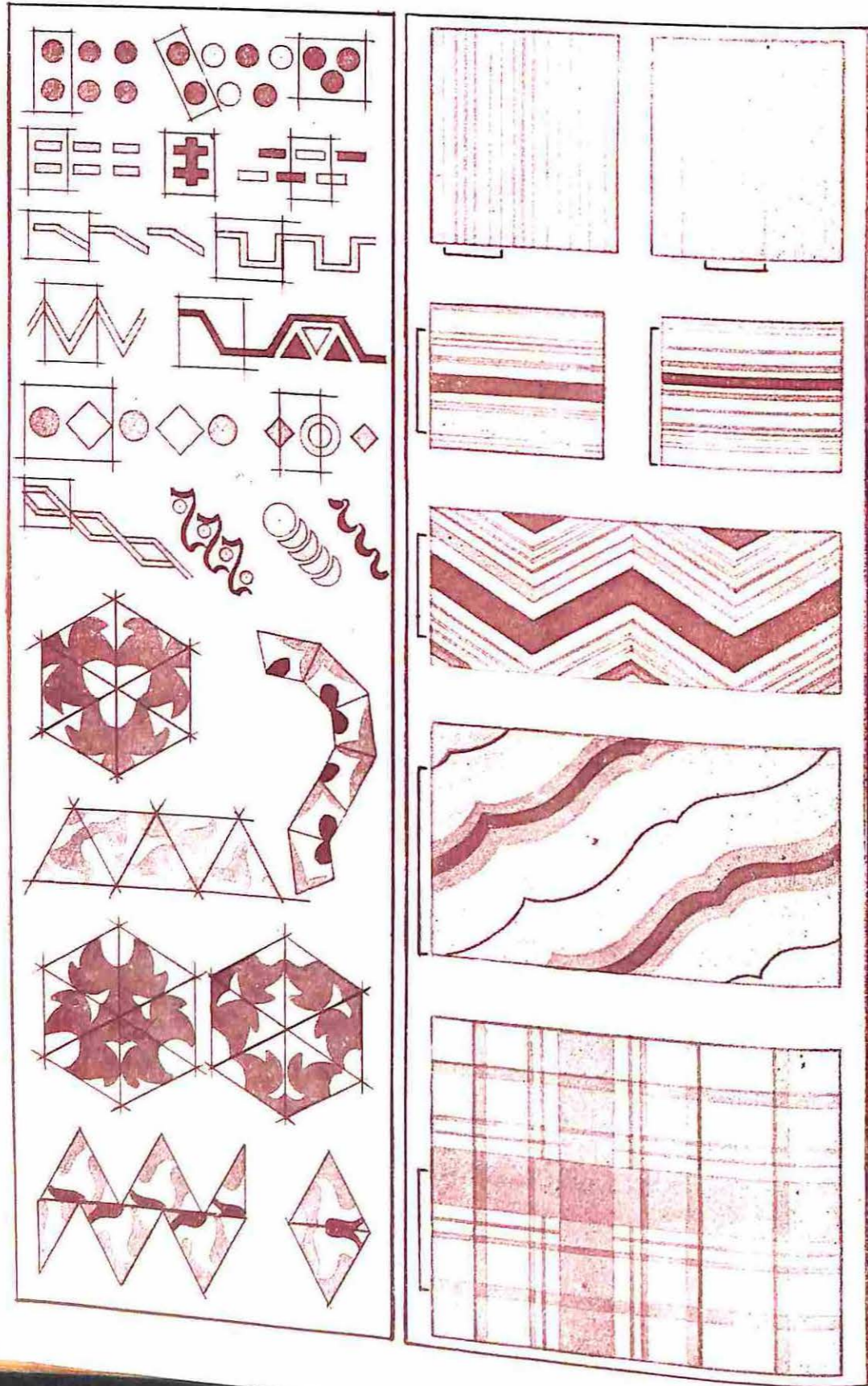
ESTAMPA IV



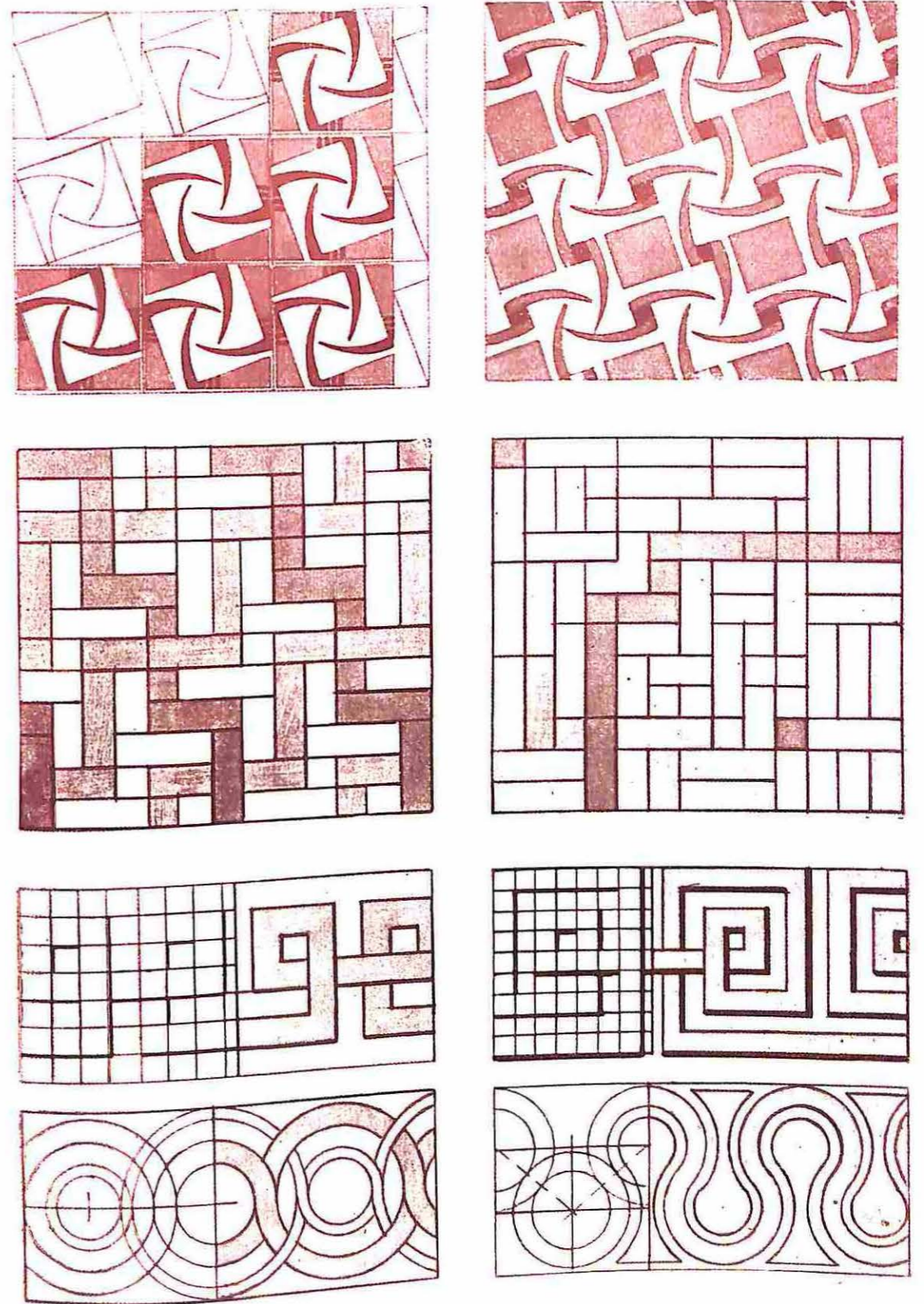
ESTAMPA V

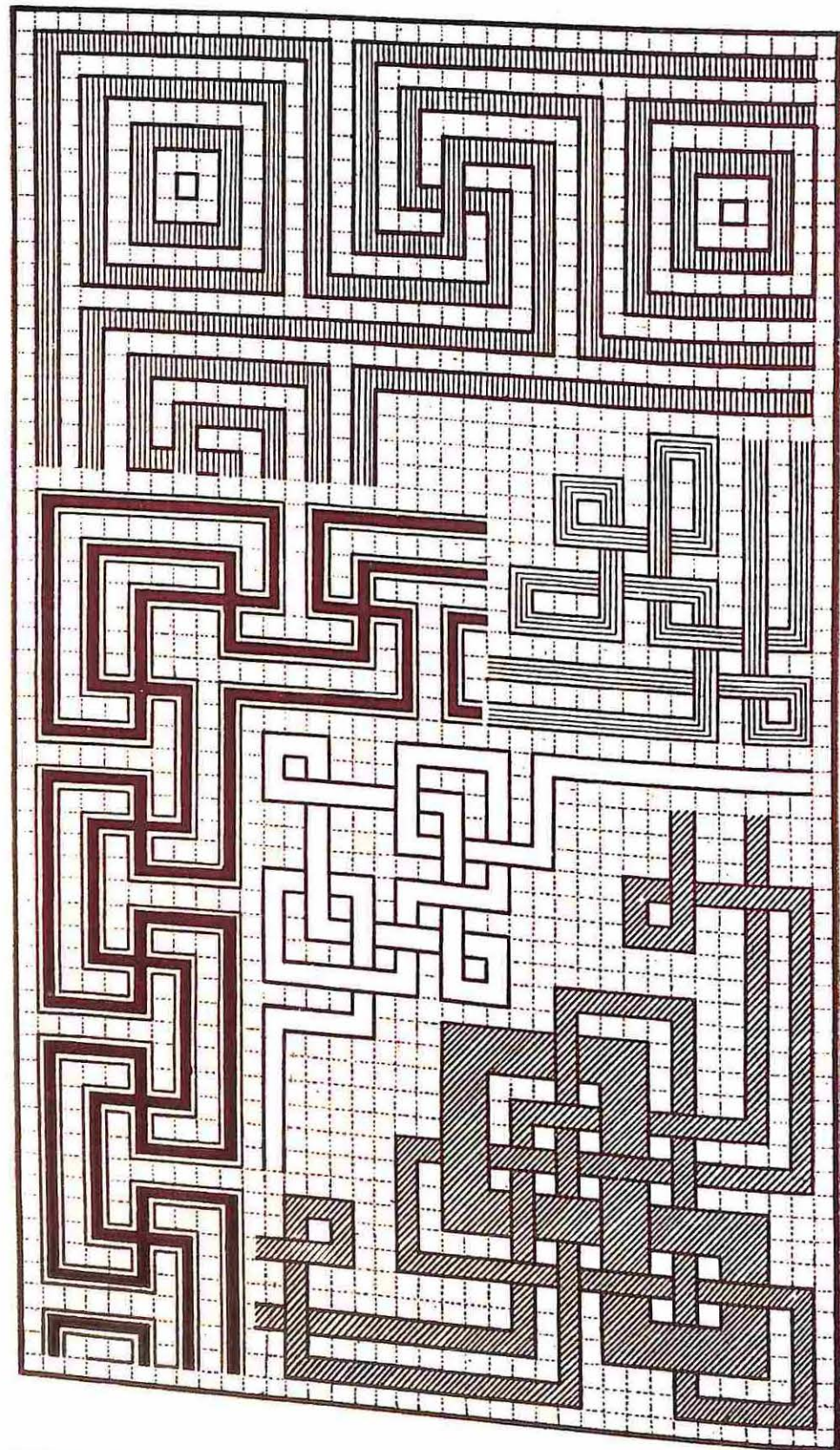


ESTAMPA VI



ESTAMPA VII





## AOS ESTUDANTES

*E' comum entre estudantes a seguinte frase: em desenho não há o que estudar porque só aprende quem tem jeito.*

*Examinemos o que há de falso ou verdadeiro nesta frase tão repetida. Se tudo quanto aprendemos depende de jeito, devemos, antes do mais, saber que significa este vocábulo, para depois verificar se jeito é alguma qualidade que permita, ao indivíduo que a possui, aprender as cousas sem estudos prévios.*

*Quando alguém dispõe de habilidade para realizar, com perfeição, alguma tarefa diz-se: fulano tem jeito. Então, jeito é uma espécie de habilidade individual.*

*Sabemos que os indivíduos possuem hereditariamente muitas qualidades especiais e que nem por isso essas habilidades se perturbam reciprocamente. Um indivíduo dotado de capacidade inata para o desenho pôde possuir outras, para qualquer ciência ou mesmo arte, e é justamente isto que explica a existência das aptidões espontâneas na infância e que, mais tarde, por várias circunstâncias se transformam em vocações.*

*Assim essas qualidades específicas não se manifestam integralmente na infância, salvo o caso dos gênios, nem perturbam a educação geral do indivíduo. Não há, portanto, dúvida alguma sobre a questão do jeito, que todos possuem para inúmeras atividades e em alguns indivíduos mais acentuado do que em outros.*

*Examinemos, agora, a segunda parte da questão, isto é, se jeito, por si só, conduzirá alguém a aprender sem estudos prévios.*

*Sabemos todos que só se aprende depois que se observa com atenção, repete-se e experimenta-se. Quando erramos, repetimos, fazemos novas experiências até verificarmos que acertamos. Até mesmo para brincar um indivíduo observa o jogo dos companheiros, pede esclarecimentos, imita as atitudes observadas e, pouco a pouco, vai adquirindo uma experiência que lhe ajuda na correção das atitudes e segurança dos golpes. Então, há sempre um processo de aprendizagem por intermédio do qual aproveitamos nossas habilidades espontâneas, isto é, nossos jeitos, para alcançarmos o que desejamos realizar. Nestas condições, podemos concluir que todos nascem com jeitos para tudo, mas que será necessário cultivar essas habilidades espontâneas para mantê-las e aperfeiçoá-las, pois, do contrário, desaparecerão substituídas por outras. E de fato assim acontece. Quando iniciamos os estudos na escola primária, os professores aprovei-*

tam nossas habilidades naturais, e por meio de exercícios adequados, nos ensinam a linguagem oral e escrita afim de melhorarmos nossa capacidade de compreensão; preparam nosso pensamento para o raciocínio de modo a iniciar o cálculo numérico; mostram-nos as verdades do mundo físico e narram-nos os acontecimentos formadores da unidade pátria; conduzem-nos à prática da convivência social, acentuam a necessidade da higiene individual e coletiva, estimulam o hábito de cantar e recrear, porém, poucos são os professores que nos conduzem à contemplação da natureza, exercitando a visualização por meio do desenho, e raros são aqueles que nos despertam o sentido de ver observando. Assim, sem os estímulos indispensáveis, nossa habilidade espontânea para o desenho não encontra meio propício ao seu desenvolvimento, e quando desejamos descrever ou demonstrar alguma coisa fazêmo-lo por escrito ou verbalmente, quase sempre usando da mímica para completar ou esclarecer a palavra, quando, na realidade, devíamos usar o desenho como meio de expressão. Essa falta do hábito de desenhar é que nos leva, mais tarde, a dizer ou afirmar que não temos jeito, quando, efetivamente, o que sucedeu foi a substituição da habilidade de desenhar pela de falar, escrever e dramatizar.

Ora, aqueles falsos conceitos acerca do ensino do desenho e essas deficiências de aprendizagem devem desaparecer, porque o desenho no curso primário ou secundário não é considerado como um fim porém como meio. Como qualquer disciplina dos cursos referidos o desenho, na educação geral, contribua para a formação de hábitos necessários à vida, tais como os de observar atentamente, pesquisar, experimentar, analisar, imaginar, formar hipóteses, selecionar, coordenar, deduzir, induzir, concluir, projetar e realizar. O desenho, portanto, no curso secundário, não visa a formação de artistas de artes plásticas, como, também, a matemática não pretende a preparação de calculistas, nem os estudos das ciências a criação de cientistas. Todas as matérias contribuem para uma educação que dê ao indivíduo conhecimentos, práticas e hábitos tais que lhe facilitem a resolução do problema de integrar-se no meio em que vai viver.

## PRIMEIRA PARTE

# Desenho Geométrico

## CAPÍTULO I

### Linhas, retas, segmentos retilíneos e semirretas

1 — Em geometria, define-se *linha* como o caminho percorrido por um ponto que se move seguindo qualquer direção.

O melhor exemplo da linha como sucessão de pontos encontra-se nas fotografias do céu, feitas à noite (Estampa IV). A prova nos revela uma série de traços que correspondem aos pontos percorridos pelas estrelas enquanto a objetiva do aparelho fotográfico esteve aberta, para impressionar a chapa.

Ponto não tem dimensão e por isso se diz, em geometria, que não tem *extensão*. A sucessão de pontos determina uma ou mais direções. Assim, uma linha pode ser *reta* ou *curva*, *quebrada* ou *mixta*, conforme as direções que o ponto percorre.

A fig. 1 nos mostra essas quatro espécies de linhas.

*Linha reta* é o caminho percorrido por um ponto que se move seguindo uma só direção.

*Linha curva* é o caminho percorrido por um ponto que se move mudando, constantemente, de direção.

*Linha quebrada* é o caminho percorrido por um ponto que, de quando em vez, muda de direção. É composta de linhas retas e, também, chamada *poligonal*.

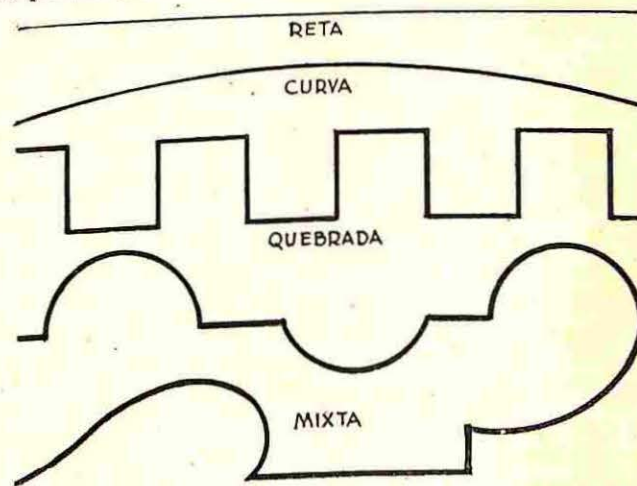


Fig. 1

*Linha mixta* é o caminho percorrido por um ponto que, ora conserva uma direção ora muda de direção. É composta de linhas retas e curvas.

2 — *Linha reta* ou, simplesmente, *reta*, é uma direção indefinida.

A e B, fig. 2, são pontos determinados para a passagem da reta. Se um problema qualquer menciona uma reta que passa pelos pontos A B, devemos ajustar a aresta do esquadro sobre os dois pontos dados e traçar a linha passando pelos dois pontos, porém, sem defini-la porque não tem começo nem fim.

*Segmento retilíneo* é uma porção determinada da linha reta.

AB, fig. 2, é um segmento retilíneo. A é a origem do segmento e B a extremidade. Assim, se um problema pede um segmento retilíneo com 62 milímetros é preciso fixar pontos a essa distância um do outro e traçar a linha de ponto a ponto.

*Semirretas* são as direções que têm uma origem e não têm extremidades. Na fig. 2, na reta que passa por X e por Y, há um ponto O que divide essa reta em duas partes: uma que tem origem em O e se dirige para X e outra, com a mesma origem, e que se dirige para Y. Um ângulo como XOY é composto por duas semirretas tendo origem em O.

3 — As retas podem apresentar-se em três posições absolutas: *horizontais*, quando seguem a mesma direção da superfície das águas em repouso; *verticais*, quando seguem a direção de um fio de prumo e, finalmente, *inclinadas* quando seguem outras direções. Essas posições não interessam à geometria plana, na qual todo o estudo

se passa sobre um plano que pode estar em qualquer daquelas posições absolutas. O que interessa ao desenho geométrico são as posições relativas, isto é, as posições que as retas apresentam umas em relação às outras. Essas posições são três.

As retas são *paralelas* quando conservam entre si uma *equidistância*, isto é, um afastamento constante. Por isso é que as retas paralelas não se encontram por mais que se prolonguem. AB e CD da fig. 3 são paralelas.

As retas são *perpendiculares* quando encontram ou cruzam outras de tal sorte que não se inclinam para nenhum lado. A explicação não é suficiente para quem inicia um estudo e por isso necessita esclarecimento complementar. Na figura 3 a reta GH encontra ou cruza a reta EF no ponto O. Qualquer ponto M, N ou P, da reta GH dista igualmente dos extremos do segmento EF, logo, a reta GH não se inclina mais para o extremo E ou para o extremo F, porque todos os seus pontos seguem uma única direção que não pende mais para um lado nem para outro.

As retas são *obíquas* quando encontram ou cruzam outras de tal sorte que pendem mais para um lado do que para outro. O ponto K da reta KL, na fig. 3, está mais próximo de J do que de I e o ponto L, da mesma reta, está mais próximo de I do que de J.

Para a exemplificação admitimos, apenas, as duas situações de encontro, isto é, a de *incidência* e a de *cruzamento*, mas as retas podem ocupar posições tais com relação a outras que não se cruzem ou mesmo se encontrem. Por exemplo, na fig. 3, a reta ST é paralela a XY, perpendicular a UV e oblíqua com re-

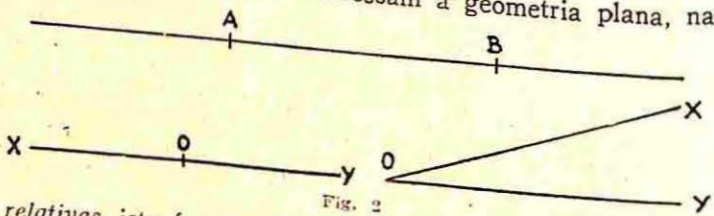


Fig. 2

lação a QR. Esta por sua vez é oblíqua com relação a tôdas as retas. Verifica-se, dêsse modo, que a posição de uma reta, em geometria plana, só se define quando em relação a outra reta. Uma reta ou segmento retilíneo, isoladamente, não tem posição especial, é apenas uma reta, semirreta ou segmento retilíneo.

4 — A Estampa I reúne vários instrumentos além das recomendações indispensáveis aos seus empregos.

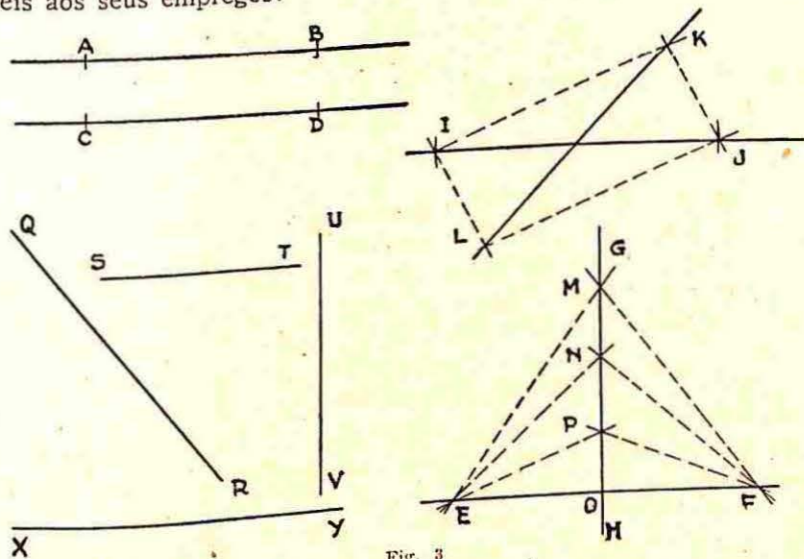


Fig. 3

A régua T desliza ao longo das guardas laterais da prancheta por meio do rebaixo que existe na cabeceira do T. Com a régua T traçamos todas as retas paralelas que desejarmos, seguindo todas a mesma direção do fio do dorso da régua. Para o traçado das retas devemos adquirir uma técnica especial que consiste no seguinte: o lapis deve conservar-se, sempre, na posição vertical e a ponta encostada, sempre, ao fio da régua, Estampa II. A ponta do lápis deve ser chanfrada em dois planos, conforme vemos na Estampa I, do lado direito, em duas representações. Ao traçar uma linha, conserve o chanfro encostado ao fio da régua para que o traço coincida com a aresta do fio da régua. Inclinando o lapis o traço não ficará na direção do fio da régua, terá direções que variam com as inclinações, podendo até ser curvo se a inclinação da mão variar com o movimento de translação do lapis, conforme se vê na Estampa II. Uma ponta romba não fará traçados rigorosos. Dois lapis devem ser aparados de modo didado para a marcação dos pontos. Ambos devem ser rígidos.

5 — Os esquadros, que devem ser de preferência de material transparente, servem para os traçados das retas oblíquas, das paralelas, ou das perpendiculares à régua T conforme vemos na estampa I. Os esquadros são de dois formatos: um com o de um triângulo isósceles e o outro com o de um triângulo reatângulo escaleno. O primeiro é chamado *esquadro de 45* porque possui dois ângulos de 45°; o segundo é chamado *esquadro de 60* porque possui um ângulo de 60°.

Os esquadros têm outras aplicações que veremos no Capítulo IV, § 27. Para verificar se os esquadros são perfeitos, encoste, sucessivamente, os catetos

de um dos esquadros sobre cada cateto do outro, de modo que os dois estejam sempre apoiados sobre uma régua perfeita, conforme se vê na estampa I. Essa operação deve ser feita sobre uma vidraça ou contra a luz para verificar se há justaposição exata das arestas. Qualquer defeito de justaposição é motivo para rejeição do instrumento, pois não oferece qualidades de precisão.

6 — O duplo ou triplo decímetro é a régua apropriada à determinação das medidas. Para usar essa régua, é necessário saber lê-la. Não se envergonhe de ter chegado ao curso secundário sem conhecê-la. Muitos conhecem-na de vista, não sabem usá-la e até fazem leituras que não existem. Inúmeros alunos dizem: 3 vírgula 6, pelo hábito de leitura em centímetros com a fração em milímetros. Ora, na régua não há vírgula porque as medidas são dadas em milímetros. Estude para usá-la como instrumento útil, isto é, *instrumento de-medida rigorosa*, e não como régua ou esquadros para traçados de retas.

Essa régua, Estampa II, de um lado, está graduada em milímetros, isto é, milésimas partes do metro. Pode ter duzentos milímetros (0,m200) dois decímetros ou 20 centímetros, como trezentos milímetros (0,m300) três decímetros ou 30 centímetros. Verifique, na faixa graduada, que as divisões estão numeradas de 10 em 10 milímetros; cada uma destas divisões corresponde a um centímetro. Assim, 1 decímetro, isto é, a décima parte do metro, tem 10 centímetros ou 100 milímetros. O metro tem, portanto, 10 decímetros, 100 centímetros ou 1000 milímetros. Habitue-se a escrever e ler medidas, em desenho geométrico, em milímetros. Em vez de dizer: uma reta com 7 centímetros e meio, diga, com setenta e cinco milímetros. As subdivisões do milímetro em décimos de milímetros aparecem raras vezes. Para maior aproximação o lado oposto à graduação em milímetros está dividido em 5 décimos de milímetro (0,m0005) ou meio milímetro. Esse lado da régua deve ser usado toda vez que se tenha de conhecer a extensão entre dois pontos que foram marcados arbitrariamente.

Coloque a régua próximo dos dois pontos antes de fazer a coincidência para, cuidadosamente, colocar o zero da régua em frente a um ponto e levar a régua até encostar no outro. Veja na Estampa I o triplo decímetro justaposto a uma reta para determinar a extensão do segmento A B. Se a distância não for lida em milímetros será lida em décimos de milímetros e, portanto, com maior precisão.

Ao determinar medidas, marque sempre, primeiro, o ponto de origem da medida para ajustar o zero da régua a esse ponto; faça a leitura e com o lapis na posição vertical, colocado em frente à divisão, marque o ponto. Não esqueça que, para a determinação de pontos, será conveniente possuir um lapis com ponta fina em forma de cone, conforme se vê na estampa I do lado esquerdo.

A régua milimetrada, duplo ou triplo decímetro, deve ser examinada com padrões de aço ou níquel existentes no comércio ou nos laboratórios de física das escolas. Coloca-se a régua justaposta ao padrão fazendo coincidência das divisões e verifica-se a exatidão das marcações conforme vê na Estampa II. Um instrumento que possui marca de fábrica de renome universal não precisa ser verificado, porém, quando o fabricante tem vergonha de apor sua marca ao instrumento, é sinal de que a precisão não existe.

## EXERCÍCIOS

- 1 — Traçar três segmentos de retas paralelas com a régua T com equidistância de 0,m020 e extensão de 0,m095.
- 2 — Traçar quatro segmentos de linhas paralelas com a régua T de sorte que o 1.º esteja afastado do 2.º 0,m025; o 2.º do 3.º 0,m015 e este do último 0,m025, todos com extensão de 0,m185.
- 3 — Corte as retas do último exercício com perpendiculares, distantes 0,m060 a partir de um dos extremos, e verifique se os afastamentos entre as paralelas estão certos.
- 4 — Trace um segmento retilíneo com 0,m125, marque um ponto O distante 0,m075 do extremo esquerdo e trace uma oblíqua passando por este ponto.
- 5 — Determine um ponto O e trace duas semirretas oblíquas uma OA com 0,m070 e outra OB com 0,m060.



## CAPÍTULO II

## Linhas curvas, círculo e arco de círculo

7 — Vimos, no § 1, que as linhas curvas são descritas por um ponto que muda constantemente de direção. Há inúmeras espécies de curvas, caracterizadas por suas propriedades geométricas, e que estudaremos à medida que se oferecer oportunidade.

Especificá-las, grupá-las ou classificá-las seria para nós, no início dos estudos, uma pedanteria e, pois, uma inutilidade.

Na fig. 4 há um exemplo de curva descrita por um ponto que, partindo de A, foi mudando a direção como se estivesse sofrendo a influência de uma força que agisse da esquerda para a direita. A influência de duas forças agindo sobre um ponto não é abstração complexa que dificulte a compreensão. Você já jogou ou viu jogar "foot-ball" e observou aquele fenômeno da bola descrevendo uma curva no espaço embora o jogador houvesse imprimido um movimento retilíneo visando um ponto do "goal" ou o parceiro. É que ao movimento retilíneo que leva a bola, junta-se a força do vento que sopra noutra direção e, assim, à medida que a bola se distancia do pé do jogador, também se desvia da direção que recebeu. As curvas devem ser consideradas em geometria como trajetórias de um ponto sujeito a dois ou mais movimentos, como forças que agissem, simultaneamente, sobre ele. O ponto em questão (fig. 4) afastou-se da reta AB até atingir um máximo de afastamento no ponto 1 e continuou o caminho, sempre para a direita, até o ponto 2 quando mudou a direção para a esquerda, conservando-a até o ponto 3, quando, novamente, trocou a direção até o ponto 4. Esta trajetória descreve uma curva sinuosa também chamada *curva em meandros*, pois, lembra, na forma, o serpear dos rios nos vales.

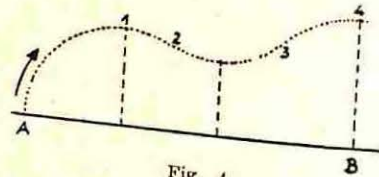


Fig. 4

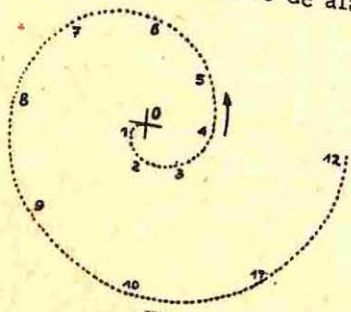


Fig. 5

Na fig. 5 há um outro exemplo de curva que resulta de dois movimentos conjugados. Enquanto o ponto muda constantemente de direção girando em torno do ponto O vai, ao mesmo tempo, se afastando da origem. Se amarrarmos um peso, uma pedra, por exemplo, à extremidade de um cordão e segurarmos esse cordão, im-

primindo-lhe e mantendo um movimento de rotação tal como se faz com a funda, e formos aumentando constante a dimensão do fio, a pedra descreverá, no espaço, uma curva tal como a desenhada na fig. 5 e que se chama *curva espiralada* ou simplesmente *espiral*.

Ora, assim como um ponto pode se deslocar no plano segundo uma trajetória qualquer na qual os afastamentos com relação a um ponto ou a uma reta são variáveis, também um ponto pode traçar uma trajetória conservando equidistância de um ponto central. Se amarrarmos uma pedra com um cordão, segurando-o pelo extremo e imprimirmos um movimento de rotação, a pedra estará sempre girando em torno da mão, e a igual distância, pois não variamos a extensão do cordel que a prende. A essa trajetória dá-se o nome de *curva circular* ou simplesmente *círculo* e está representada na fig. 6.

Observe que a curva da fig. 4 continuando seus movimentos sinuosos pode chegar ao ponto A de origem como, também, pode não voltar.

A curva espiralada da fig. 5 jamais voltará ao ponto O de origem e a curva circular da fig. 6 volta ao ponto de origem que pode ser qualquer. Há então, *curvas abertas e fechadas*. Estas limitam sempre uma porção de plano.

Alguns professores preferem não fazer distinção entre a porção do plano

limitada pela curva fechada e a linha que a limita. C. Bourlet, "Cour Abregé de Géometrie", é um deles.

E tem razão, pelo menos, em parte, porque não se estabelece diferença, nas demais curvas fechadas, entre linha curva e a superfície contida dentro da curva. A maioria preferiu chamar de *círculo* a porção do plano limitada pela curva circular e esta de *circunferência*, estendendo às ovas e elipse a expressão circunferência da oval, da elipse.

O curioso, porém, é que esses exigentes, esquecidos do princípio de dife-

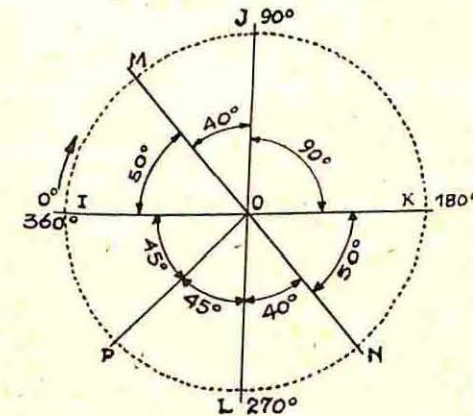


Fig. 6

renciação, usam a expressão *arco de círculo*, como habitualmente dizem, em vez de *arco de circunferência* — como deveriam dizer, por coerência. À vista do exposto, use a expressão que quiser, admitindo, preliminarmente, que prefiro não fazer distinção por motivo muito simples: não há vantagem na diferenciação. Se alguém se refere a um ponto do círculo fica desde logo sabendo que se trata de um lugar geométrico que tanto pode se achar no centro, como em qualquer parte da superfície, como, também, na linha que limita o plano circular previsto.

O fato de dizer que se trata de ponto da circunferência leva, apenas, a pensar em ponto que se acha sobre a linha curva, mas sem precisar sua posição geométrica numa infinidade de pontos dessa curva. Que importam as duas maneiras de dizer se, para saber qual é o ponto considerado, preciso de outros esclarecimentos? Dados esses esclarecimentos, determinarei o ponto ou terei desde logo a idéia da posição do ponto. Não há, portanto, praticamente nenhuma vantagem.

8 — Compare o seu transferidor com o da Estampa III. Coloque o seu duplo ou triplo decímetro sobre a linha 0 a 180 para ver o centro da alidade.

Nem todos os transferidores são do mesmo tipo, porém, em todos, a *alidade* é a linha que passa pelos pontos 0 a 180. Meça a distância em milímetros entre esses dois pontos e determine o meio calculadamente. Coloque a ponta seca do compasso balaustre no meio da alidade e abra as pernas do compasso até que a ponta do lapis se ajuste no zero da régua graduada. Com essa medida, que é igual, à metade da alidade, fixe a ponta seca do compasso num ponto 0, previamente marcado, e trace um círculo. Se nunca usou o compasso ou não teve professor que ensinasse a usá-lo, veja na Estampa II o modo de manejá-lo e a explicação referente ao seu emprêgo.

Pelo ponto 0 (fig. 6), trace uma reta que corte o círculo e designe esses pontos com letras IK, por exemplo. O segmento retilíneo IK chama-se *diâmetro* do círculo e as semirretas OI ou OK são *raios* do círculo. O diâmetro dividiu o círculo em dois *semicírculos* e as curvas desses semicírculos são chamadas *arcos de círculo*. Coloque o transferidor sobre o *semicírculo* superior de sorte que a alidade coincida com o diâmetro IK do círculo e marque, na divisão de 90 o ponto J. Faça uma *rotação* com o transferidor ajustando-o sobre o semicírculo inferior, de modo que a alidade coincida com o diâmetro IK, marque na divisão 90 o ponto L e trace o diâmetro JL. Se o transferidor for do tipo que se acha na estampa III, isto é, circular, a rotação é desnecessária. Basta marcar o ponto L na divisão de 270.

O círculo está agora dividido em 4 *arcos de círculo* iguais.

9 — Vejamos como se medem os arcos de círculo.

Quando marcou as divisões de 90 sobre o círculo, devia ter notado no transferidor que todas as divisões são iguais.

Assim, num círculo há 360 divisões iguais que são chamadas *graus*. *Grau* é, pois, uma tricentésima sexagésima parte da linha curva fechada; o 0 e o 360 estão no mesmo ponto de origem. Grau está simbolizado em matemática por um zero, colocado à direita e ao alto de um número. Assim, indicamos dezesseis graus, por  $16^{\circ}$ .

A divisão em 360 partes iguais é arbitraria mas está aceita.

— Há também, divisão em 400 partes iguais em que a unidade é chamada *grado*. É uma divisão centesimal em vez de sexagesimal. O ângulo reto tem 100 grados em vez de 90 graus.—Os arcos de círculo são medidos em graus. Qualquer transferidor semicircular de  $180^{\circ}$  ou 180 partes iguais e de 360, para o circular. Se a divisão do círculo é feita em 360 partes iguais, qualquer que seja a dimensão do raio, o círculo estará sempre dividido nesse número de partes iguais. Então, o que varia, na dependência da dimensão do raio, é a extensão do arco. No círculo da figura 6 a medida do arco de um grau ( $1^{\circ}$ ) terá, aproximadamente, um comprimento de meio milímetro. Quando um círculo tiver 1 metro de diâmetro a extensão do arco correspondente a um grau será igual aproximadamente a 87 décimos de milímetro e quando o diâmetro for de 1.000 metros ou 1 quilômetro a extensão da curva será aproximadamente de 8,727. Assim, o arco de um grau medido na linha do equador terrestre tem um comprimento aproximado de 111 kms., 316 metros.

10 — Um grau está dividido em 60 partes iguais que são chamadas *minutos* e estes subdivididos em outras 60 partes iguais denominadas *segundos*. A divi-

são dos graus é, então, semelhante a do tempo, considerado em horas, minutos e segundos. A semelhança existe apenas, no sistema divisor sexagesimal. O símbolo de *minuto* é uma linha colocada à direita e ao alto de um número, como  $15'$ ,  $30'$  e a de *segundo* são duas linhas, como  $25''$  ou  $45''$ .

Nos transferidores a divisão do grau abrange, nos menores, meio grau ou sejam 30 minutos, e nos maiores a quarta parte, isto é, 15 minutos. Mais tarde encontrará o meio de determinações e leitura de arcos menores de um grau. Verifique no limbo do transferidor as divisões a que nos referimos. A subdivisão do minuto em segundos não aparece nos transferidores para o desenho geométrico elementar. No desenho geométrico aplicado à mecânica de precisão e à topografia são usados outros recursos e que não vem ao caso citar agora.

### 11 — Medida de um arco de círculo.

— Suponha que deve ler a medida em graus de um arco de círculo AB menor que o do seu transferidor, conforme vê em AB da fig. 7. Prolongue os segmentos AO e BO nos dois sentidos. Assim poderá ajustar a alidade do transferidor sobre a reta  $A_1O$  de modo que o centro fique em O e contar os graus a partir de  $A_1$ , no bordo do limbo do transferidor, até o ponto  $B_1$ . A medida, em graus, do arco AB é, conforme já estudamos, a mesma do arco  $A_1B_1$ .

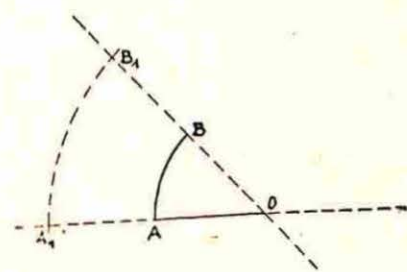


Fig. 7

— Seja, agora, o problema inverso, isto é, determinar um arco de círculo, por exemplo, de  $60^{\circ}$ .  
Seja O a origem da semirreta OA (fig. 7). Prolongada a semirreta nos dois sentidos, ajuste a alidade sobre a  $A_1O$  e seu prolongamento, de sorte que O coincida com o centro da alidade. Marque, então,  $B_1$  na divisão de  $60^{\circ}$  do limbo do transferidor. Com o centro em O e o raio OA, trace, com o compasso balaustre o arco  $A_1B_1$ .

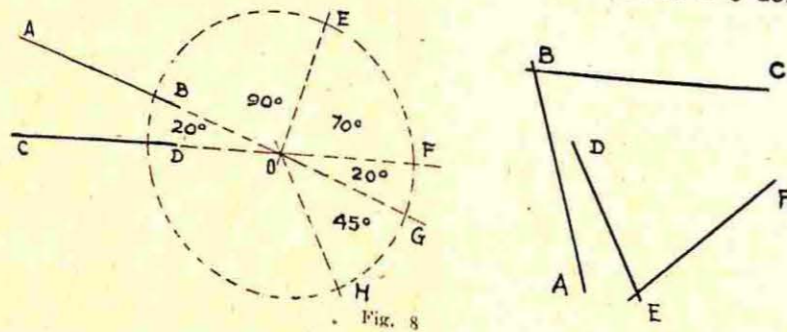
### Exercícios.

Marque com um transferidor os seguintes arcos de círculo que se sucedem:  $1^{\circ}$  de  $25^{\circ}$ ;  $2^{\circ}$ , em continuação, de  $30^{\circ}$ ;  $3^{\circ}$ ,  $40^{\circ}$ ;  $4^{\circ}$ ,  $45^{\circ}$ ;  $5^{\circ}$ ,  $60^{\circ}$ ;  $6^{\circ}$ ,  $75^{\circ}$ , e  $7^{\circ}$ ,  $85^{\circ}$ . A soma de todos eles dará  $360^{\circ}$  e, pois, o último arco deve coincidir com o zero do  $1^{\circ}$  arco. Trace, cuidadosamente, para ver se fecha a curva sem erro, isto é, se decorrerem da ponta do lapis, da inclinação do lapis com relação ao papel ou da posição da cabeça não vindo bem a ajustação do lapis ao ponto do transferidor ou, finalmente, de confusão nas leituras das divisões do limbo do transferidor.

Ângulos. Leitura, medida e traçados

12 — Quando duas retas deixam de ser paralelas, tendem a se encontrar ou se cruzar num ponto, porque ou há obliquidade ou perpendicularidade entre elas. Na fig. 8, vemos duas retas AB e CD, oblíquas entre si e que, prolongadas, se encontram no ponto O. A figura formada por essas linhas retas chama-se *ângulo*. A geometria considera o ângulo como uma figura formada por duas semirretas que seguem direções diferentes e têm uma origem comum. As duas semirretas que seguem direções diferentes são chamadas *lados do ângulo*, e a origem comum denomina-se *vértice*.

Pela leitura dos ângulos, convencionou-se, por motivos didáticos, que a letra do vértice seja colocada sempre entre as duas que definem a posição dos lados. O ângulo que consideramos é AOC. Ao lermos os ângulos EOF, FOG, GOH e ABC e DEF, sabemos que três ângulos têm um vértice comum O e dois lados



comuns que são FO e GO e que há dois ângulos ABC e DEF que não têm lados nem vértices comuns. Há, pois, um sentido de ordenar ou de organizar de sorte que, à simples enunciação das letras, se tenha a impressão da posição dos elementos componentes das figuras geométricas.

13 — A medida dos ângulos é dada pela abertura compreendida entre seus lados, isto é, pelo valor em graus do arco de círculo compreendido entre seus lados. E' o que se chama *grandeza* de um ângulo. Na fig. 8 vemos que os ângulos AOC e FOG medem 20°, que COE mede 110°, etc..

Os ângulos menores que o ângulo de 90° são chamados *agudos* e os maiores denominados *obtusos*. O de 90°, que é o termo de passagem dos ângulos agudos para os obtusos, é chamado *ângulo reto*. AOE é um ângulo reto. FOE, FOG e GOH são ângulos agudos. COH, AOF ou HOE são ângulos obtusos.

O ângulo reto é o único em que os lados são perpendiculares entre si (§ 3). Os ângulos podem ser *complementares* ou *suplementares*. Complementares quando somados equivalem a 90° como, por ex.: os ângulos IOM e MOJ da figura 6. Supplementares quando a soma equivale a dois ângulos retos, como os ângulos IOM e MOK, ou MOJ e JON, também da fig. 6.

14 — Traçado dos ângulos com o transferidor.

Com o vértice em O, ponto arbitrariamente marcado, fig. 9, desenhe o ângulo AOB de sorte que o lado AO siga a direção da régua T, o vértice esteja à esquerda de A e a abertura do ângulo com 40° esteja abaixo do lado AO.

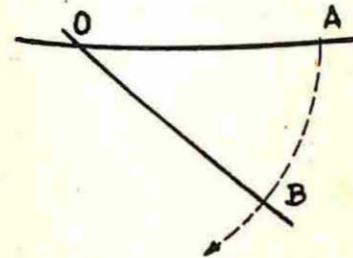


Fig. 9

Note, pelo enunciado do exercício, que, para desenhar uma figura qualquer, em determinado lugar e posição, são necessários todos os elementos para a localização. Um ângulo, se não definimos a posição de um lado e não esclarecemos se a abertura está voltada para a direita com relação ao lado fixado ou à posição do desenhista em inúmeras posições.

em frente à prancheta, pode ser desenhado em inúmeras posições. E' comum dizer-se: "trace uma horizontal, ou então, trace uma vertical com tantos centímetros". Em desenho geométrico, não há posições absolutas de retas (§ 3); é necessário, portanto, que uma delas esteja definida por sua posição sobre a folha de papel, com relação à regra T ou às linhas da margem ou em referência a qualquer outra reta traçada previamente.

15 — Suponha que desejamos traçar o ângulo complementar do ângulo de 72°30' (fig. 10), de sorte que o lado AO seja oblíquo de 45° sobre a direção da régua T, achando-se o vértice O abaixo do ponto A. Com o transferidor, ajuste a alidade sobre AO e seu prolongamento, de modo que o centro da mesma esteja em O. Marque o ângulo pedido determinando a posição de B, ponto de passagem da direção BO, segundo lado do ângulo pedido e, em seguida, determine o ângulo de 90° marcando C ponto de passagem do lado CO do 2.º ângulo. A construção linear pode ser feita marcando-se o ângulo de 17°30' que é o complemento de 72°30', porém, é sempre preferível fazer o traçado controlado pelo ângulo reto, para evitar o acúmulo de erros de marcação. O desenhista deve se habituar aos processos que evitem erros prováveis, isto é, que resultam de dificuldades de marcação, ajustação e traçado.

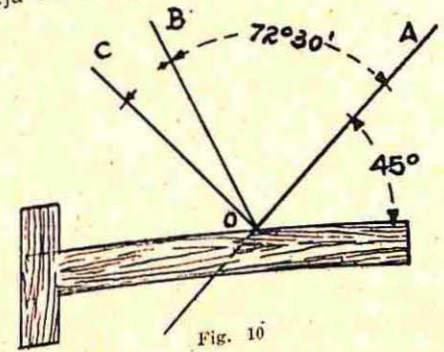


Fig. 10

16 — Os dois ângulos traçados são chamados *adjacentes* porque têm um lado e um vértice comuns. Na fig. 6 os ângulos MOJ e JOK ou POI e IOM são adjacentes.

Traçar um ângulo adjacente suplementar do ângulo de 160° tendo um lado AO oblíquo de 20° sobre a direção da régua T de modo que o vértice O, à direita do ponto A, esteja mais abaixo do que este último ponto. A fig. 8 orientará a



métricos exátos. O corrêto será usar uma *tábua de cordas* o que estudaremos mais tarde. Inicialmente, usaremos os recursos gráficos e de cálculos simples, operando com o transferidor ou o compasso.

Daremos alguns exemplos dos casos principais:

1.º — A divisão de um ângulo de 90º em 3 partes iguais é simples.

Seja o ângulo AOB da fig. 13. Traçado um arco de círculo com medida arbitrária, OA por ex., faça centro em A e corte o arco do círculo AB em I. Com essa mesma medida repita a operação com centro em B determinando J. Os três arcos de círculo são iguais porque o raio do círculo se aplica seis vezes, como corda, sobre o círculo traçado. Cada medida do raio corresponde, portanto, a uma corda que subtende um arco de 60º. Ora, determinando I com a medida AC marcamos um arco AI de 60º e outro IB de 30º. Invertendo a construção, como fizemos, marcamos J com a medida AO do raio, a partir de B e, assim, BJ é um arco de 60º e JA um arco de 30º. Nestas condições se  $AJ = 30^\circ$  e  $IB = 30^\circ$ , JI será um arco de 30º e o arco de 90º estará dividido em 3 partes iguais.

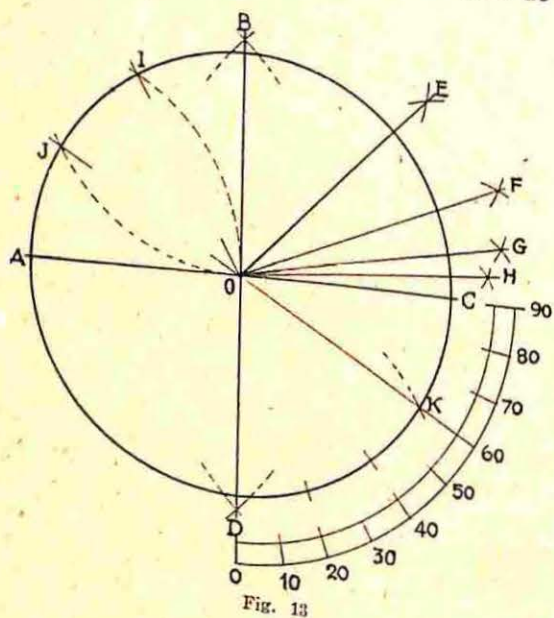


Fig. 13

24 — Traçado dos ângulos com o compasso.

Se, de um lado de um segmento retilíneo AC (fig. 13), traçarmos um arco de círculo com o centro em O, meio do segmento citado, teremos um ângulo de 180º (v. § 18).

Por intermédio dos processos de divisão dos ângulos, poderemos determinar a bissetriz OB do ângulo AOC determinando os ângulos de 90º AOB e BOC. Procurando a bissetriz de um deles, OE por ex., obteremos os ângulos de 45º BOE e EOC. Se traçarmos a bissetriz deste último ângulo teremos os ângulos de 22º30' EOF e FOC. Prosseguindo na divisão ao meio obteremos os ângulos de 11º15' FOG e GOC, e finalmente, de 5º37'30" que são GOH e HOC. Somando-se os arcos, poderemos desenhar com o compasso vários ângulos tais como, 135º, 112º30', 225º, 202º30', enfim, uma série de ângulos que resultam da soma combinada de dois ou mais desses ângulos.

Se com o raio OA do arco de círculo fizermos centro em A e traçarmos OI e com centro em B traçarmos BJ dividiremos o arco AB em 3 partes iguais, como já vimos, determinando ângulos de 30º. Com esse recurso poderemos determinar ângulos de 30º, 60º, 90º, 120º, 150º, 180º, 210º, 240º, etc.. Dividindo o ângulo de 30º ao meio obteremos o de 15º. Este dividido ao meio dará um ângulo de 7º30' e outros desde que se continue a divisão. Ora, se combinarmos todos esses ângulos em somas ou subtrações obteremos uma outra série de ângulos traçados sem o auxílio do transferidor. Pode-se, destarte, verificar a quantidade de ângulos cujo traçado independe do transferidor.

25 — Traçado de ângulos iguais.

Para o traçado dos ângulos iguais, usamos os métodos de translação ou transporte, conforme o caso.

1.º — Quando o ângulo pedido tiver os lados paralelos, a operação será feita com os esquadros. Suponha que AOB é o ângulo dado (fig. 14). Coloque os esquadros, conforme vê na fig. 18 de modo que a aresta AB do esquadro móvel coincida com AD da fig. 14. Desloque o esquadro móvel deslizando-o sobre a aresta do esquadro fixado com a mão esquerda até que a aresta que se achava sobre OA encontre o novo vértice O<sub>1</sub> do ângulo a ser traçado. Trace, então, C<sub>1</sub>A<sub>1</sub> lado paralelo a OA. Repita a operação de translação paralela (assim se chama essa operação) com relação ao lado OB do ângulo dado e determine O<sub>1</sub>B<sub>1</sub>, o outro lado. Assim terá um ângulo igual ao primeiro, porque a lados paralelos correspondem ângulos iguais.

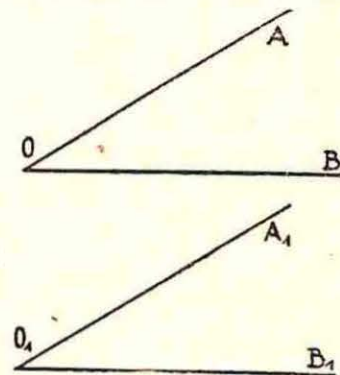


Fig. 14

2.º — Quando o ângulo ocupar posição qualquer, isto é, posição que não permita a operação de translação, teremos que usar o transporte. Seja por exemplo, traçar um ângulo igual ao ângulo AOB (fig. 15), de sorte que o lado OB já se ache determinado em O<sub>1</sub>B<sub>1</sub>. Com uma abertura qualquer de compasso faça centro em O, trace um arco de círculo *cd* e repita o arco com centro em O<sub>1</sub>, determinando *d<sub>1</sub>*. Com a medida *cd* do arco de círculo do ângulo AOB faça centro em *d<sub>1</sub>* e corte o arco em *c<sub>1</sub>*. Essa abertura marca em *c<sub>1</sub>* o ponto de passagem do lado OA<sub>1</sub> do ângulo pedido, igual ao primeiro.

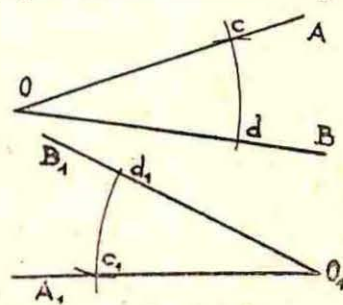


Fig. 15

26 — Traçado da bissetriz quando o vértice do ângulo dado é inacessível.

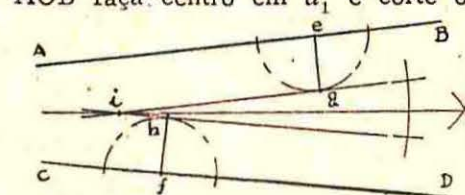


Fig. 16

Seja o ângulo formado pelas retas oblíquas que passam por AB e DC (figura 16). Diz-se que um vértice é *inacessível* quando não se encontra no limite do campo da folha de papel sobre a qual se desenha. Marque dois pontos, arbitrariamente, em *e* e *f* por ex., e trace por esses pontos duas retas que formem ângulos de 90º com as retas dadas. Com uma medida arbitrária trace, com cen-

tro em  $e$ , um arco de círculo que corte em  $g$  a reta tirada de  $e$  e repita a operação com centro em  $f$ , determinando  $h$ . Coloque o esquadro coincidindo com  $AB$  e faça a translação paralela, traçando por  $g$  uma paralela a  $AB$ . Repita a operação, traçando por  $h$  uma paralela a  $CD$ . Com estas duas retas consegue um ângulo igual ao primeiro, pois os lados são paralelos, conforme vimos no § 25. Para obter a bissetriz proceda conforme ficou dito no § 22.

## EXERCÍCIOS

- 1 — Dividir um ângulo de  $120^\circ$  em 5 partes iguais, traçar a bissetriz do ângulo que representa uma quinta parte do ângulo dado e determinar a grandeza desse ângulo.
- 2 — Traçar um ângulo de  $48^\circ$  com o compasso, traçar a bissetriz e verificar se esse último ângulo é igual a quinta parte do ângulo de  $120^\circ$ .
- 3 — Traçar, com o compasso, um ângulo de  $75^\circ$  e um outro adjacente de  $15^\circ$ . Verificar se o ângulo total é de  $90^\circ$ .
- 4 — Traçar, com o compasso, um ângulo de  $60^\circ$  e um adjacente de  $75^\circ$ .
- 5 — Traçar os seguintes ângulos adjacentes,  $15^\circ$ ,  $22^\circ 30'$ ,  $7^\circ 30'$ ,  $30^\circ$  e  $15^\circ$  verificando a soma e controlando o traçado pelo cálculo.
- 6 — Traçar dois ângulos iguais, de  $60^\circ$ , de sorte que as bissetrizes estejam sobre uma mesma reta e os ângulos opostos pelas aberturas.
- 7 — Traçar os ângulos do exercício anterior de modo que as bissetrizes estejam sobre uma mesma reta e o vértice de ambos os ângulos seja comum.
- 8 — Determinar, com o transferidor, a grandeza dos ângulos adjacentes na figura obtida pelo exercício anterior.

## CAPÍTULO IV

## Traçado das perpendiculares, das paralelas e suas aplicações

27 — No § 3 vimos que a reta perpendicular é aquela que incide sobre outra de tal sorte que não se inclina nem mais para um lado nem para outro e, no § 13, vimos que a perpendicular é a reta que forma ângulos de  $90^\circ$  com outra. A fig. 3 nos evidencia que a reta  $GH$  é perpendicular à reta  $EF$ , pois todos os pontos  $G$ ,  $M$ ,  $N$  e  $P$  estão igualmente distantes de dois outros  $E$  e  $F$ , equidistantes de  $O$ , ponto de incidência da perpendicular sobre  $EF$ . Ora, essa reta distantes de  $O$ , ponto de incidência da perpendicular sobre  $EF$ . Ora, essa reta é, afinal, a bissetriz do ângulo de  $180^\circ$  e, pois, como bissetriz, forma dois ângulos iguais de  $90^\circ$  (§ 22). O traçado das retas perpendiculares pode ser feito por vários processos.

1.º — Traçado com o transferidor.

Seja por ex., traçar uma perpendicular a  $AB$  pelo ponto  $C$  (fig. 17). Coloque o transferidor de sorte que a alidade se ajuste sobre  $AB$  e o centro dela coincida com o ponto  $C$ . Se a reta  $AB$  não alcançar o extremo esquerdo do limbo do transferidor, conforme vê na figura, prolongue-a de modo que a ajustação da alidade se faça em toda a extensão de  $0^\circ$  a  $180^\circ$ . Uma vez feita a ajustação determine  $D$  no ponto de  $90^\circ$  e, em seguida, trace  $DC$  que será a perpendicular a  $AB$ , pelo ponto  $C$ , conforme pedia o problema.

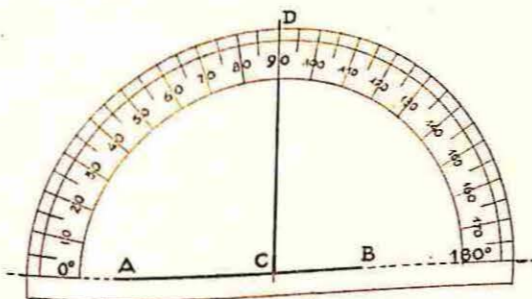


Fig. 17

Daqui se conclue que para o traçado de uma perpendicular ao extremo de uma reta,  $AC$ , por ex., bastará prolongar  $AC$  de modo que a alidade do transferidor coincida com a direção da reta prolongada, procedendo conforme ficou dito acima.

2.º — Traçado com os esquadros de  $45^\circ$ .

O problema anterior servirá de exemplo. Ajuste a hipotenusa do esquadro de  $45^\circ$  à linha  $AB$  conforme vê na fig. 18, fixe o esquadro com a mão direita e, com a esquerda, encoste a hipotenusa do esquadro de  $60^\circ$  a um dos catetos do de  $45^\circ$ , posição indicada na referida figura. Fixe, com a mão esquerda, este último e, com a mão direita, efetue uma rotação com o de  $45^\circ$  tirando-o da primeira posição e colocando na 2.ª. Observe que a mudança é feita sobre os catetos. Deslize o esquadro de  $45^\circ$  sobre o de  $60^\circ$ , até que a hipotenusa do primeiro coincida

com o ponto C e, neste momento, fixe o esquadro com a mão esquerda para traçar a reta perpendicular a AB passando por C.

Por que essa reta é sempre perpendicular a AB? Acompanhe o raciocínio. O esquadro de 45° é assim chamado porque os ângulos dos vértices 1 e 2 têm a grandeza de 45°; o ângulo cujo vértice está em 3 é de 90°. Tem a forma de um triângulo classificado de retângulo pela presença desse ângulo reto. Seus catetos são iguais e por isso é classificado de isósceles. Quando operamos a rotação para passar o esquadro da 1.ª para a 2.ª posição, os vértices se deslocaram conforme se vê na fig. 18.

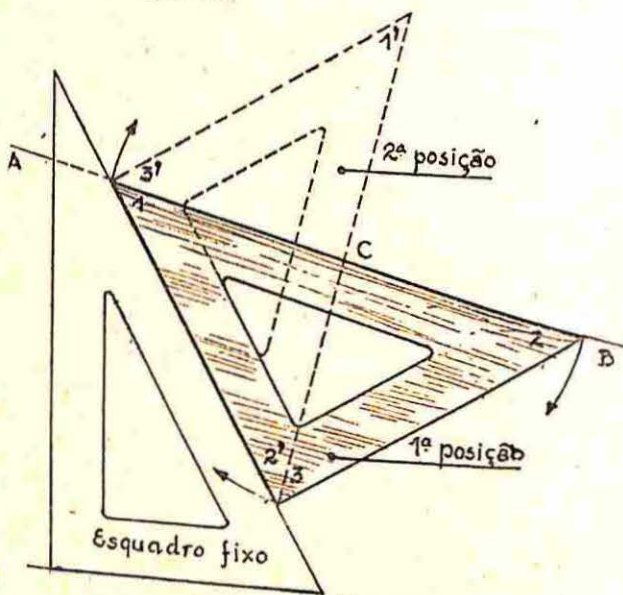


Fig. 18

Ora, note que nesta última posição o vértice do ângulo reto ficou no ponto em que se achava o vértice 1 do ângulo de 45°. Sabe que o ângulo de 45° é a metade do ângulo de 90°, logo, a posição do segmento 1-2 do esquadro, na primeira posição, e que é a mesma da reta dada AB, é a bissetriz do ângulo reto. Note que, com a rotação do esquadro, repete-se em 1 C 2' e 3' C 1' a representação de dois novos triângulos retângulos em que os ângulos retos estão com os vértices em C, ponto de passagem da perpendicular que se quer traçar. Assim, a reta traçada pela hipotenusa do esquadro, na segunda posição, é perpendicular à reta dada, porque 1' C 3 é um lado comum a dois ângulos retos.

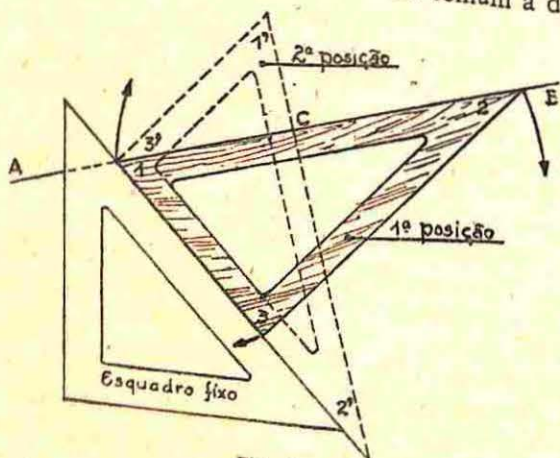


Fig. 19

Observe que o deslizamento do esquadro móvel permite o traçado de paralelas a AB.

3.º — Traçado com o esquadro de 60° (fig. 19). A colocação e a rotação dos esquadros obedecem aos princípios estabelecidos para o traçado anterior. A perpendicularidade das retas traçadas segundo as direções da hipotenusa resulta do seguinte; no esquadro de 60°, que também é um triângulo retângulo, porém, escaleno, o ângulo 1 tem 60°, o 2, 30° e o 3 é de 90° (fig. 19). Na 1.ª posição o ângulo que tem o vértice em 1 é o de 60° e na 2.ª posição é o ângulo reto cujo vértice 3', com a rotação, ficou no ponto em que se achava o vértice 1. Dessa

rotação resultam dois novos triângulos retângulos, 3' C 1' acima de AB e 1 C 2' abaixo de AB. Se o ângulo cujo vértice 3' da 2.ª posição é reto e aquele que se achava em 1, na 1.ª posição, era de 60°, segue-se que o ângulo 1' 3' C é o complementar do de 60°, isto é, ângulo de 30°. Assim sendo, o triângulo acima de AB é retângulo e escaleno, porque um ângulo é de 30°, o outro 1' é conhecido e tem 60° e o que tem o vértice em C terá 90°. O segundo triângulo que se forma abaixo de AB tem os ângulos com vértices, respectivamente, em 1 e 2' conhecidos, isto é, 60° e 30°, logo, o ângulo 1 C 2' é reto e, portanto, na 2.ª posição a hipotenusa do esquadro de 60° determina perpendicularidade sobre sua posição primitiva porque os ângulos 1' C 3' e 1 C 2' são retos.

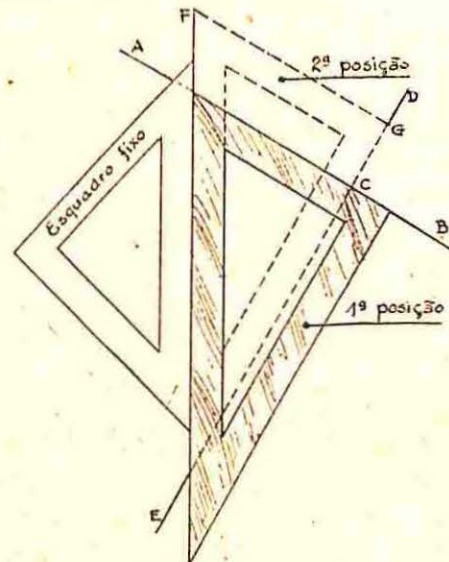


Fig. 20

Observe que o deslizamento do esquadro móvel permite o traçado de paralelas a AB.

4.º — Também é possível o traçado das perpendiculares pela translação, isto é, pelo deslizamento das hipotenusas em vez da rotação dos catetos.

A fig. 20 evidencia a operação de translação paralela. Sendo os catetos perpendiculares entre si bastará a translação para determinar a perpendicularidade de DE sobre AB. Observe que o processo é útil para o traçado de retas paralelas. AB é paralela a FG.

5.º — Traçado com o compasso e esquadros (fig. 21). Seja por ex. traçar a perpendicular AB a uma reta dada passando pelo ponto O. Se a perpendicularidade, como vimos, exige posição tal, que não admita obliquidade, o problema deve ser resolvido por um princípio de equidistância.

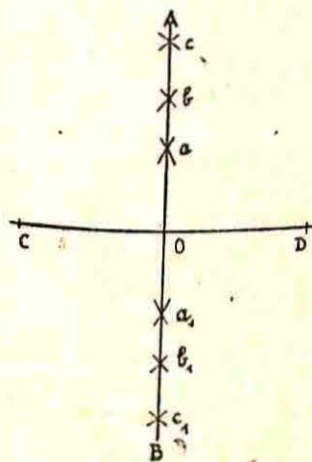


Fig. 21

Então, devemos marcar dois pontos C e D equidistantes de O, ponto de passagem da perpendicular. Com o compasso e com uma abertura maior do que a metade da distância entre C e D, façamos centro a metade da distância entre C e D, e descrevamos arcos de círculo que se cortem determinando os pontos a a<sub>1</sub>, b b<sub>1</sub>, c c<sub>1</sub>... todos equidistantes de C e D. A reta que passa por esses pontos passará também por O e será a perpendicular pedida. Pela explicação conclue-se que a operação pode ser reduzida, apenas, à determinação de dois pontos além do O tais como c e c<sub>1</sub>. É sempre conveniente marcar dois pontos em vez de um, porque ao ajustarmos o esquadro para traçar a reta teremos mais de um ponto de referência.

O problema inverso, isto é, tirar do ponto A uma perpendicular sobre o segmento CD será resolvido baseado no traçado anterior. De A como centro, e com uma medida arbitrária, marcam-se dois pontos como C e D (fig. 21).

Em seguida, com centro respectivamente em C e D e com abertura maior que a metade de CD traçam-se arcos de círculo determinando um ponto como  $b_1$  ou  $c_1$  e teremos em A e  $b_1$  ou  $c_1$  os pontos de passagem da perpendicular sobre CD tirada do ponto A.

6.º — Para traçar uma perpendicular ao extremo de um segmento dado proceda do seguinte modo: determine arbitrariamente, um ponto C entre A e B (fig. 22). Com centro em B e a medida BC trace um arco de círculo. Com a mesma medida trace, com centro em C, novo arco de círculo determinando D.

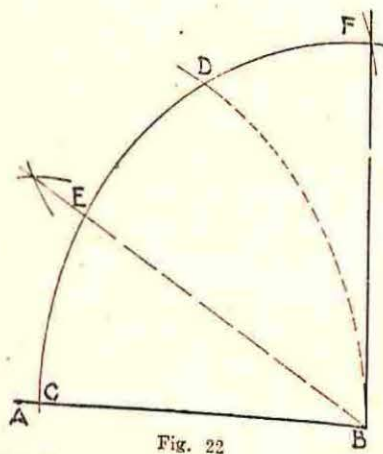


Fig. 22

Divida, agora, o arco CD ao meio determinando E. Tome a medida primitiva BC e com centro em E determine F. Ligando F a B terá a perpendicular ao extremo de AB. Observe, então, o que foi feito. Quando determinou D, construiu um arco de círculo de  $60^\circ$ , (vide § 24) e quando determinou E operou pela divisão do ângulo ao meio (vide § 22). Assim, somou ao arco de  $30^\circ$  CE um arco de  $60^\circ$  EF, obtendo CF de  $90^\circ$  que corresponde a um ângulo reto, logo, FB, lado do ângulo reto ABF é perpendicular a AB.

28 — Aplicações do traçado das perpendiculares e paralelas. Sistema Cartesiano.

O grande filósofo e matemático francês René Descartes, (Cartesius em latim, e daí o nome de Cartesiano dado ao sistema por ele inventado) encontrou um meio inteligente de, graficamente, representar a posição de um ponto num plano por intermédio de duas retas perpendiculares, referidas a duas outras, também perpendiculares entre si, e consideradas como *eixos coordenados*. Um ponto M para ser localizado num plano exige referências tais que permitam situá-lo no lugar conveniente que somente pode ser um e não mais de um (vide § 3).

Usando o sistema de eixos coordenados ortogonais, isto é, em ângulo reto (fig. 23), ele admitiu um eixo X chamado das *abscissas* (do latim "abscissus" que significa cortado) e um outro, perpendicular ao primeiro, denominado eixo Y ou das *ordenadas*, ambos partindo de um ponto O, chamado *origem*. Por esse sistema é possível determinar a posição de qualquer ponto, pois, estará sempre referido aos eixos por meio de perpendiculares. M, por ex. da fig. 23 tem a sua posição determinada pela abscissa 3 e pela ordenada 4. Ora, por intermédio da abscissa 3 seria possível dizer que M estaria a 3 centímetros, decímetros ou metros, conforme a unidade admitida, sem ser possível dizer a posição exata, mas, desde

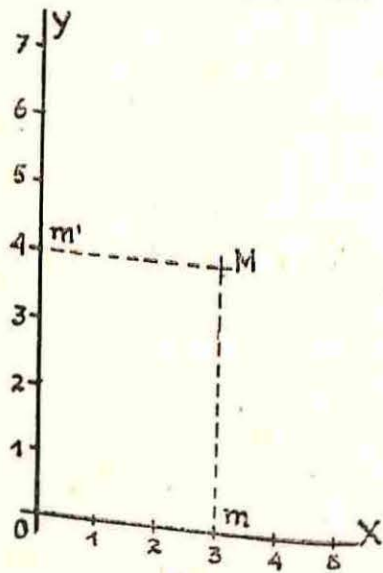


Fig. 23

que a ordenada esteja fixada, 4 como se vê na figura, então, o ponto está fixado.

Uma aplicação comum do sistema cartesiano é a indicação das localidades numa platéia de teatro. Um eixo Y divide a platéia em direita e esquerda marcando as filas com letras em ordem alfabética, enquanto o eixo X determina as localidades nas filas com números ordenados em séries pares e ímpares conforme se achem à direita ou esquerda do eixo Y.

Quando o espectador entra na platéia segue o eixo Y das ordenadas até encontrar a fila, abscissa na qual se achará o seu lugar numerado.

A importância do sistema Cartesiano é incalculável. Em todo o curso secundário em inúmeras disciplinas o encontraremos auxiliando quer a resolução de problemas gráficos de natureza matemática quer a representação de aspectos ou fases de certos fenômenos naturais e ainda auxiliando a apresentação de fenômenos econômicos e sociais na grafo-estatística. Vejamos, entanto, algumas aplicações simples.

1.ª — Registro gráfico da variação de temperatura de um doente durante 24 horas. A linha das abscissas, eixo X, será dividido em 24 partes iguais que representam horas, e os espaços entre elas serão divididos em frações da hora, conforme a conveniência. No caso presente, observação da temperatura, não será necessária a divisão. O eixo Y será dividido em espaços iguais que representem graus e os espaços intermediários, décimos

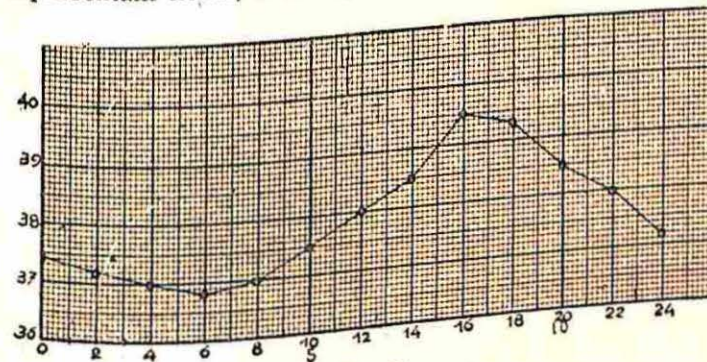


Fig. 24

do grau. Assim com o sistema de eixos coordenados, como se vê na fig. 24 obtemos um gráfico registrador das variações da temperatura do enfermo, e que nos evidencia de modo eloquente as reações orgânicas.

Para obter esse registro usa-se frequentemente o papel milimetrado em quadrículas. Nêle se estabelece a medida para as horas e para os graus colocando, então, as temperaturas obtidas nas linhas paralelas ao eixo Y e que passam pela hora em que foi observada a temperatura. Assim às 4 horas o enfermo tinha  $37^\circ$  de temperatura, às 12 horas  $38^\circ 5$ , etc.. Ligando-se os pontos das temperaturas registradas por meio de segmentos retilíneos obteremos a linha que registra a variação da temperatura do enfermo denominada a *linha de frequência do fenômeno*.

2.ª — A fig. 25 nos mostra um gráfico de movimentos de trens numa mesma estrada de linha singela. O eixo X das abscissas está dividido em espaços iguais que representam horas e frações da hora. O eixo Y dividido em espaços iguais que representam distâncias em quilômetros e as estações da estrada localizadas com referência à distância que estão da estação inicial, que se acha na origem, ou seja no quilômetro O.

O gráfico é uma exemplificação do movimento num trecho de 90 km. da estrada e durante um período de 3 horas e 30 minutos a partir da hora 0 ou



seja meia noite. Uma composição (nome que exprime em técnica ferroviária o que chamamos trem) de um rápido, deve partir de uma estação a 60 km. da inicial a 0h30' porque tem seu horário em correspondência com outro rápido que chega ou passa naquela estação com um horário fixado. Esse rápido A aparece no gráfico por um ponto colocado sobre a intersecção da perpendicular à abscissa de 30' e da perpendicular a ordenada de 60 km.. Como sua velocidade é de 60 kms. a hora, êle estará na estação inicial uma hora depois da partida, isto é, 1h30'. Então o ponto da abscissa referente a êsse tempo servirá para traçar a reta que indica o percurso do rápido na via da estrada. A mesma hora deve partir da inicial outra composição de um rápido que com velocidade de 60 km. a hora deve alcançar uma estação a 90 km. da inicial e em percurso direto, tal como a anterior. Assim, essa composição estará no km. 90 às 3 hs.. O ponto de chegada será determinado por intermédio da perpendicular à abscissa de 3 horas e a perpendicular à ordenada de 90 km..

Ligando-se o ponto de partida ao da chegada teremos o percurso da composição na linha da estrada. Imagine, agora, o seguinte: uma composição de lastro (nome dado aos cargueiros em técnica ferroviária) e com velocidade de 30 km. por hora deve aproveitar a linha singela, enquanto livre. O gráfico nos orienta na escolha do horário e das paradas que essa composição deve obedecer, para aproveitar a linha,

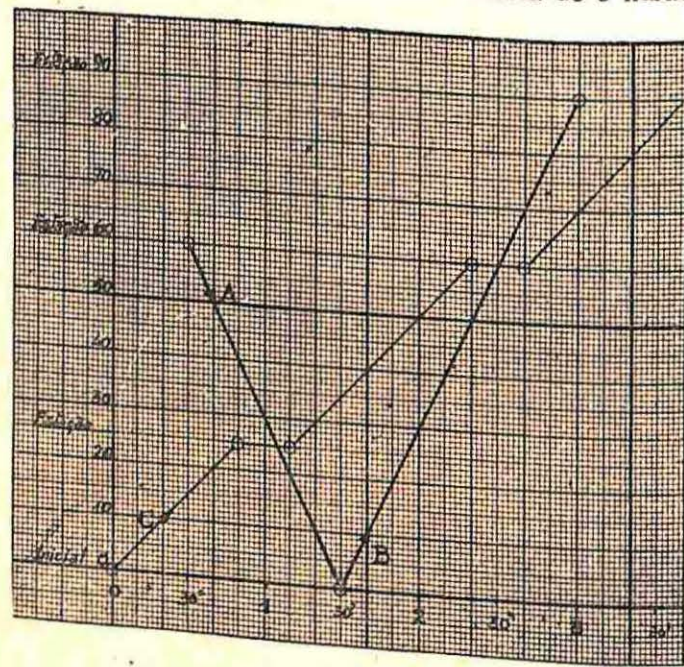


Fig. 25

sem perturbar o percurso das outras composições. E' um problema interessante para sua idade, apresentando a atração de um jogo onde deve dominar a inteligência para encontrar a solução. Com a velocidade de 30 km. por hora, partindo da estação inicial 0 hora, a composição do lastro encontrará o rápido A no km. 30 onde não há estação. Assim o lastro percorre o trecho de 0 a 25 km., onde há uma estação e aí fica estacionado no desvio, aguardando a passagem do rápido A para a estação inicial. Livre o trecho de linha, a composição prosseguirá viagem à 1h10', devendo chegar às 2h20' na estação do km. 60, para aguardar, no desvio, a passagem do rápido B que segue direto à estação do km. 90.

Aprecie, agora, os efeitos produzidos pelas posições das linhas com relação às coordenadas que nos evidenciam vários aspectos. Verifique, por exemplo, as obliquidades das duas retas das composições C e B com relação ao eixo X. A maior obliquidade corresponde maior velocidade. Verifique o gráfico da com-

posição C que evidencia percursos vencendo km. em linha oblíqua e mostra as paradas em linhas paralelas ao eixo X, registrando o tempo, conforme se vê na estação do km. 25, onde permanece 20'. Verifique que no momento em que a composição B parte da estação inicial, a C está passando no km. 35. Meia hora após a B está a 20 km. de C e após 50', apenas, a 10 km. de C, porque a velocidade de B é duas vezes a de C. Os gráficos têm, assim, a vantagem de realçar à vista fenômenos que os cálculos não nos revelam com a mesma facilidade. Por isso diz-se que os gráficos apresentam a vantagem da *eloquência*.

3.ª — Redes ortogonais para ampliação ou redução.

O traçado das redes ortogonais, também chamadas estimográficas ou simplesmente quadriculadas, é empregado nas ampliações e reduções de desenhos ou gravuras. Esse processo por ser banal é usado sem escrupulo e, por isso mesmo, merece uma referência. Vejamos: se não há necessidade de rigor numa ampliação ou redução, não se explica a construção de uma rede ortogonal que exprime desde logo referências exatas por meio de coordenadas. Então, um simples quadrado ou retângulo, com suas medianas e diagonais ou mesmo sem elas seria mais do que suficiente para uma indicação sem rigor. Quando, porém, se cogita de uma reprodução reduzida ou aumentada em suas dimensões e com o devido rigor, pois, representa coisas existentes nos seus lugares, portanto relacionadas entre si, não se pode admitir outro critério senão o da reprodução proporcional. Transladar uma carta geográfica é conservar todas as posições relativas que se acham no original, de tal sorte que as extensões medidas na reprodução estejam para as do original, conforme as escalas em que se apresentem. Assim sendo, a transposição feita por meio de uma rede ortogonal importa na adoção do sistema Cartesiano, que permite a localização exata dos pontos num plano.

Suponha que se trata de ampliar ou reduzir o contorno de uma região geográfica como a que se acha na fig. 26.

A primeira condição para perfeição do trabalho será escolher as dimensões dos afastamentos entre as linhas da rede em vez de dividir um espaço dado em tantas partes iguais. Procurando afastamentos de 2, 4, 5 ou 10 cm., etc., para as coordenadas teremos multiplicações ou divisões simples o que não se conta quando os afastamentos, em virtude de uma divisão arbitrária, dão 13, 17 ou 23 cm. entre paralelas. Nestas condições, escolha sempre afastamentos que facilitem o trabalho de redução ou ampliação. Construída a rede, admita a origem O no vértice inferior, numere as abscissas e designe as ordenadas em ordem alfabética. Os pontos a serem transportados receberão letras minúsculas. Assim se procede em pequenos trabalhos porque nos grandes os pontos são numerados. Muitos preferem numerar as quadriculas em vez das coordenadas; ambos os processos têm o mesmo objetivo de ordenação para conduzir o trabalho.

Para reprodução comece por determinar todos os pontos que se acham sobre as coordenadas. Assim, o ponto *a* está 5 milímetros acima da abscissa 2, sobre a ordenada *O*. Na ampliação, do dobro, *a* estará a 10 milímetros e na redução da metade *a* estará a 2,5 milímetros, conforme se vê na fig. 26. O ponto *b* está sobre a abscissa 3 e a 6 milímetros da ordenada de origem, estará, portanto, na ampliação a 12 milímetros e na redução a 3 milímetros, e, assim por diante. Determinados êsses pontos comece por determinar aqueles que se acham nos espaços das quadriculas, mas que não devem ser marcados a olho sob pena de ficarem errados. Proceda conforme se vê na ampliação para *d*, *f*, *g* ou *l*. Admita como

eixos coordenados as coordenadas que se acharem mais próximas do ponto e tirando, com os esquadros, linhas paralelas a esses eixos determine as dimensões lineares da abscissa e da ordenada, reproduzindo a construção no transporte depois de efetuadas as multiplicações ou divisões. Assim, terá os pontos principais que interessam o contorno nos seus lugares, permitindo que, a mão livre, complete os trechos intercalados entre esses pontos com a linha sinuosa que marca o referido contorno.

Tenha sempre o cuidado de aumentar o número de eixos coordenados quando se tratar de ampliações porque os erros aumentam nas ampliações e diminuem nas reduções. Aumentando o número de eixos facilitará seu trabalho porque aumentará sensivelmente o número das referências a serem transportadas.

Nunca prefira o sistema quadrado ao retangular. Pense primeiro qual dêles lhe trará vantagens para uma boa reprodução. Há quem prefira em vez das redes regulares o traçado das abscissas e ordenadas que interessam à reprodução. Tam-

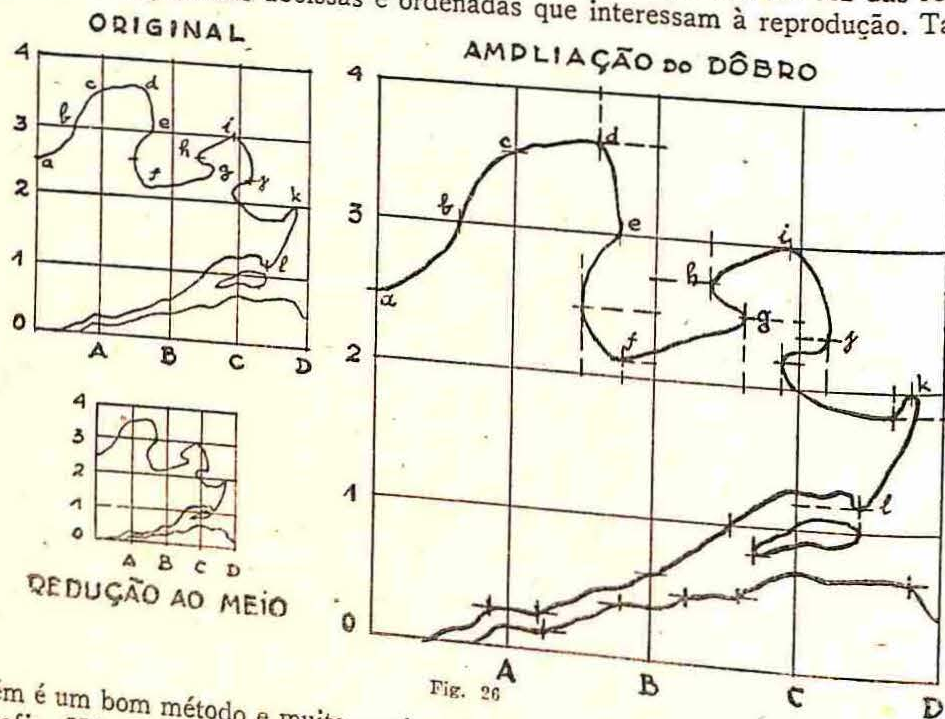


Fig. 26

bém é um bom método e muito usado entre os engenheiros em trabalhos de topografia. Há um instrumento chamado *compasso de redução* (estampa III) que facilita todo o trabalho das reproduções. Com duas pernas e pontas secas para ferir com exatidão os pontos escolhidos ele possui um parafuso de pressão sobre uma barra que corre em paralelo dentro das pernas. Desloque o paralelo até a relação que deseja  $1/2$ ,  $1/3$ ,  $1/4$ , etc. e aí com toda a cautela ajuste as linhas de fé do paralelo às da divisão, que se acham nas pernas do compasso. Ajustado, aperte o parafuso de pressão para que o paralelo não deslize e trabalhe com as pernas mais curtas para a redução e, com as mais longas para as ampliações. Para certificar-se da exatidão do compasso, opere do seguinte modo: coloque o paralelo na divisão de  $1/2$ , aperte o parafuso, e, em seguida, abra o compasso, tomando uma medida sobre uma régua com as duas pontas secas das pernas maiores. Inverta a posição do instrumento e verifique, sobre a régua, se a

abertura entre as duas pontas secas das pernas menores é igual à metade da medida tomada entre as pernas maiores. Realize a operação com todo o cuidado possível, pois, uma pequena diferença na ajustação da linha de fé com a divisão, produzirá erros grosseiros.

4.<sup>a</sup> — O traçado das redes ortogonais, que tem uma grande aplicação na Composição Decorativa, será tratado na terceira parte deste livro.

## EXERCÍCIOS

- 1 — Traçar duas perpendiculares a um segmento retilíneo AD com 0,08 de extensão de sorte que a primeira perpendicular passe pelo ponto B a 0,02 de A e a segunda pelo ponto C a 0,06 de A.
- 2 — Determinar as posições dos pontos *a, b, c, d, e*, referidos a um sistema de eixos coordenados de sorte que abscissas e ordenadas de cada um dêles tenham as seguintes medidas dadas em centímetros, 1 e 1, 3 e 2, 2 e 4, 6 e 3, 5 e 0. Ligar os pontos dois a dois para traçar a figura determinada pela série de pontos.
- 3 — Sobre um papel quadriculado estabeleça um sistema de eixos coordenados, dando a cada quadricula do eixo X um valor de 5 km. e a cada uma do eixo Y um tempo igual a 10 minutos. Resolva, graficamente, o seguinte problema: À hora 0 parte do km. 0 um auto com velocidade de 60 km. a hora. À mesma hora parte do km. 10 um caminhão com a velocidade de 40 km. a hora. A que hora e a que distância do ponto de partida o auto passa pelo caminhão?
- 4 — Determine um quadriculado sobre uma estampa de contorno simples e faça dois exercícios: um de ampliação por 3 operando por cálculo e outro de redução a  $1/3$ , usando o compasso de redução.
- 5 — Exercite o traçado de uma grega simples como a que se acha na 2.<sup>a</sup> parte deste livro, no capítulo das aplicações das perpendiculares.

## CAPÍTULO V

## Generalidades sobre "Polígonos" e "Triângulos"

## Noções gerais.

29 — A palavra polígono composta de duas palavras gregas, *poly*, muitos e *gonos*, ângulos significa, em geometria, figura plana, fechada que apresenta mais de dois ângulos. Na fig. 27 ABC é um triângulo e DEFG é uma linha poligonal, conforme vimos no capítulo I § 1. Todo polígono é composto por uma poligonal fechada. Os segmentos retilíneos ou curvilíneos (porque há, também, polígonos compostos de poligonais curvilíneas) são chamados *lados* e os vértices dos ângulos são denominados *vértices* do polígono. Na fig. 27, HIJKL é um polígono regular de cinco ângulos iguais; denomina-se um *pentágono* (*penta*, do grego, cinco). Como se sabe os polígonos se classificam quanto aos lados e quanto aos ângulos. H, I, J, K, L é *equilátero* e *equiângulo* pois tem lados e ângulos iguais. Quanto à forma é um polígono *convexo*. M, N, O, P, Q é um *pentágono equilátero, equiângulo e estrelado* quanto à forma, porque seus lados cortam sempre os outros com o mesmo número de intersecções. R, S, T, U, V é um *pentágono entrelaçado* quanto à forma e *isósceles*, porque possui lados iguais aos pares. SV = SU. RV = TV. Quando um polígono não tem lados iguais aos pares ou pelo menos dois lados iguais, é classificado, quanto aos lados, de *escaleno*. ABC é um *triângulo escaleno*. Quanto à forma os polígonos estrelados são sempre *côncavos* em oposição aos *convexos*; os entrelaçados são quasi sempre *côncavos-convexos*.

A última figura mostra, em superposição, um polígono convexo curvilíneo e um outro côncavo. Nos polígonos chama-se *diagonal* o segmento retilíneo que liga dois vértices não consecutivos, HJ ou HK. Tanto nos polígonos estrelados quanto nos entrelaçados ou as diagonais se confundem com os lados ou ficam fora dos

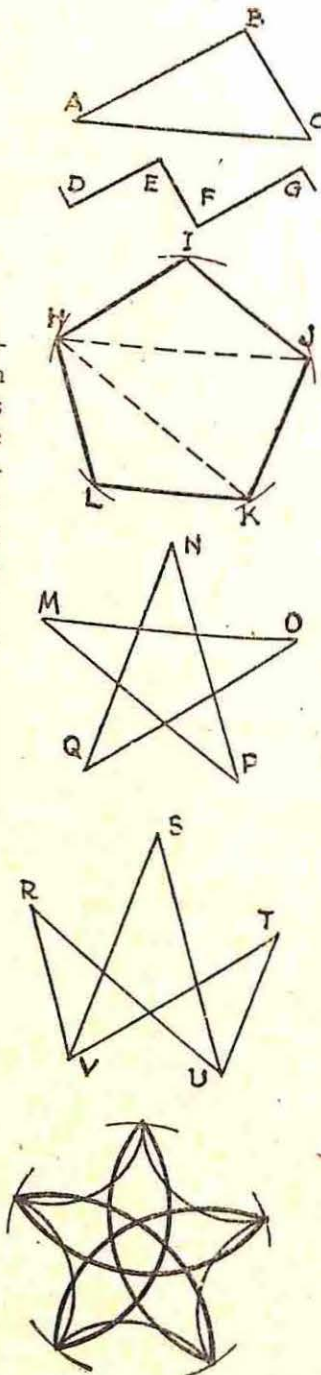


Fig. 27

polígonos ou, ainda, parte no interior e parte no exterior como RU do último polígono. O triângulo é o único polígono que não possui diagonal porque a ligação de dois vértices não consecutivos determina um lado.

## 30 — Triângulos ou triláteros.

São as figuras planas de três lados e três ângulos. Em qualquer triângulo há seis elementos a considerar: três lados e três ângulos. Para a construção dos triláteros devem ser conhecidos alguns desses elementos.

31 — Para o *triângulo equilátero* bastará conhecer a extensão de um lado. Se o lado tem, por ex., 0,06 (fig. 28), bastará traçar um segmento retilíneo AB com a medida dada e, por meio de equidistância determinar o ponto C com os arcos de círculo de 0,06 traçados, respectivamente, de A e de B. O trilátero traçado é *equilátero* e *equiângulo*. Observe que os ângulos internos são de  $60^\circ$  e note que a soma dos ângulos internos é igual a  $180^\circ$ .

32 — Para a construção de um *triângulo isósceles*, isto é, com dois lados iguais, bastará o conhecimento de dois elementos; um ângulo e a extensão de um lado. Sejam, por ex., os elementos dados  $40^\circ$  e 0,065. Traçado um lado DE (fig. 28), com 0,065, marque o ângulo EDF com  $40^\circ$ . Faça centro em D e com

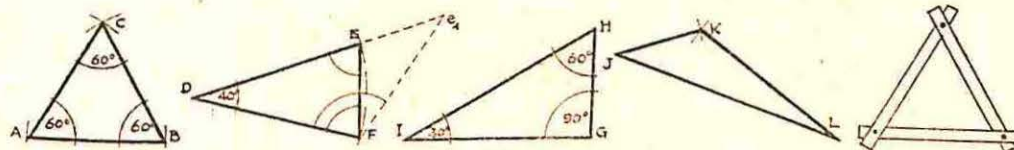


Fig. 28

a medida DE, como arco de círculo, corte o outro lado do ângulo determinando F e, finalmente ligue E a F.

Verifique, com o transferidor, que os dois ângulos DEF e EFD são iguais e têm  $70^\circ$  cada um. A soma dos três ângulos internos é igual a  $180^\circ$ . Observe, raciocinando, que o triângulo isósceles pode ser construído com os dois elementos seguintes: a extensão do lado oposto ao ângulo formado pelos lados iguais e um dos ângulos formado por este lado conhecido com qualquer dos outros dois. Num triângulo isósceles os ângulos que têm para lado comum o lado diferente, são sempre iguais. Note que, conservado o ângulo EDF, se levarmos E para  $e_1$  o lado  $De_1$  é maior que DF e os ângulos se modificam. A *lados iguais correspondem triângulos iguais*. Assim, o ângulo  $De_1F$  não pode mais ser igual a EFD. O triângulo equilátero é equiângulo, o isósceles tem dois ângulos iguais, o escaleno tem sempre os três diferentes.

33 — Para a construção de um *triângulo escaleno* devem ser conhecidos, pelo menos, três elementos: um ângulo e dois lados ou dois ângulos e um lado. Seja por ex., construir o triângulo GHI (fig. 28) conhecido o ângulo reto HGI. Para completar a construção necessita-se das extensões dos lados GI e GH ou GI e IH ou, ainda, GH e HI sem o que não será possível determinar os três lados. Assim, dados dois ângulos o de  $90^\circ$  e o ângulo GIH, com  $30^\circ$  e a dimensão do lado GI com 0,082, a construção poderá ser iniciada pelo traçado do segmento GI com sua extensão conhecida e, em seguida, pelo traçado dos ângulos de  $90^\circ$  e  $30^\circ$  respectivamente com os vértices em G e I. O segundo e o terceiro lados estarão determinados pela intersecção dos segmentos retilíneos

no ponto H, pois a direção HI é o outro lado do ângulo de  $30^\circ$ . Determine com o transferidor a grandeza do ângulo GHI e observe que a soma dos ângulos internos é de  $180^\circ$ .

34 — Nos triângulos retângulos o lado oposto ao ângulo reto HI chama-se *hipotenusa* e os outros dois lados são denominados *catetos*, GH e GI.

35 — A construção de um triângulo qualquer pode ser obtida pelas medidas dos três lados. O triângulo J, K, L está construído com as extensões dos lados  $JL = 0,055$ ,  $JK = 0,02$  e  $LK = 0,048$ . Determinado o lado JL, por ex., faça centro em J e trace um arco de círculo com  $0,02$  de raio; com raio de  $0,048$  faça centro em L e corte o primeiro arco determinando K. Ligando K a J e a L tem o triângulo pedido.

36 — Os triângulos além da classificação quanto aos lados são classificados quanto aos ângulos. Quando os ângulos são agudos ele é chamado *acutângulo*, como ABC ou DEF; quando há um ângulo reto é denominado *retângulo*, como HGI e, finalmente quando existe um ângulo obtuso é *obtusângulo*, como D e, F.

37 — Observe que o triângulo é o único polígono que não pode ser deformado. Se articularmos três réguas com pregos ou pinos, conforme se vê na figura 28 e forçarmos por qualquer dos lados verificamos que o conjunto de peças não se deforma. Essa é a razão pela qual as treliças de ferro ou madeira das vigas de pontes, braços de guindastes ou torres de rádio são armadas em triângulos.

### EXERCÍCIOS

- 1 — Desenhar as construções descritas nesses parágrafos variando as medidas e os ângulos.
- 2 — Desenhar um triângulo retângulo isósceles, sabendo que a hipotenusa tem  $0,095$  de extensão.

## CAPÍTULO VI

### Quadrângulos ou Quadriláteros

38 — São os polígonos de quatro ângulos ou quatro lados. São figuras planas que se classificam quanto às posições dos lados e grandezas dos ângulos. Esses polígonos dividem-se em *paralelogramos* e *trapézios*.

Paralelogramos são os quadriláteros que têm os lados opostos paralelos.

39 — ABCD é um *quadrado*. E' uma figura equiângula e equilátera, pois, todos os ângulos e lados são iguais. Os ângulos são retos e as diagonais se cruzam em ângulo reto. Observe na fig. 29 que, traçadas as diagonais, o quadrado fica dividido em triângulos retângulos isósceles que é a forma do esquadro chamado de  $45^\circ$ .

Para a construção do quadrado é suficiente o conhecimento do lado DC (figura 29), por ex., igual a  $0,065$ . Por D levante a perpendicular a DC (vide  $5^\circ$  do § 27). Com o compasso tome a medida do lado DC, centre em D e corte a perpendicular traçada, determinando A. Com centro em A, e com a mesma

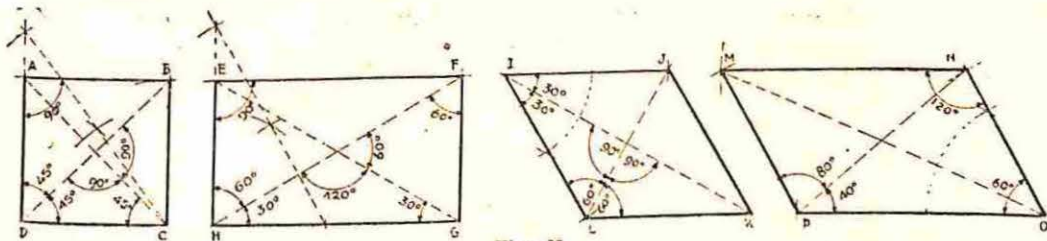


Fig. 29

medida, trace um arco de círculo em frente a C e, com centro em C, corte este arco de círculo fixando a posição de B. Ligando os pontos obtem a figura pedida.

A construção do quadrado, dada a diagonal DB por ex., resolve-se do seguinte modo: por D ou B, como vértice, trace um ângulo de  $45^\circ$  cujo lado seja a diagonal. Suponho que escolheu D e o ângulo traçado foi BDC. De B tire uma paralela a DC, depois trace as perpendiculares a DC por D e B que estas irão determinar C e A.

40 — EFGH é um *retângulo*. Difere do quadrado pelas dimensões dos lados que são iguais dois a dois. E' uma figura *isósceles* e *equiângula*. A construção do retângulo obedece aos princípios geométricos estabelecidos para o quadrado. Observe, apenas, que as diagonais não se cruzam em ângulo reto porque os lados não são todos iguais, porém, iguais dois a dois. Assim, os ângulos formados pe-

las diagonais com os lados vão variando a grandeza à medida que aumentar a extensão de dois lados paralelos. Enquanto dois ângulos tornam-se obtusos os outros dois ficam agudos. Note que, dada a diagonal do retângulo e um dos ângulos formados por ela com um dos lados, será fácil construir a figura pedida, vide § 39.

41 — IJKL é um losango ou rombo. Difere dos dois primeiros quadriláteros porque os ângulos internos são *agudos e obtusos* dois a dois. Seus lados, porém, são todos iguais. E' uma figura *equilátera* mas, não equiângula. E' considerado como a forma resultante de um quadrado articulado nos vértices e que tivesse sofrido uma distensão no sentido de uma das diagonais. Assim, enquanto dois ângulos retos diminuíram os dois outros aumentaram; somando-se as grandezas dos quatro ângulos encontramos os  $360^\circ$  distribuídos em dois agudos e dois obtusos. Qualquer que seja a distensão as diagonais conservam os ângulos retos no cruzamento porque seus pontos extremos, em virtude dos lados serem iguais, estarão sempre equidistantes dos dois outros.

A construção do losango pode ser realizada pelo conhecimento da extensão de um lado e a grandeza de um ângulo interno. Suponha, então que foi dada a medida de IJ e a grandeza do ângulo JIL com  $60^\circ$ . Traçado um ângulo de  $60^\circ$ , que pode ser feito como compasso (§ 23, 1.º), determinam-se as extensões de IJ e IL, construindo assim um triângulo isósceles. Traçada a bissetriz do ângulo de  $60^\circ$  IK, mede-se a extensão da meia diagonal para determinar K e liga-se este ponto a J e L.

Observe que conhecendo a divisão do losango em triângulos fácil será resolver qualquer problema de construção dessa figura, dados como elementos, a meia diagonal, menor ou maior, e um dos ângulos, seja ele o agudo ou obtuso. Verifique na figura que a diagonal menor é a bissetriz do ângulo obtuso e que a maior é a do agudo, o que simplifica o problema.

42 — M, N, O, P é um *rombóide* ou *paralelogramo*, propriamente dito. E' uma figura de retângulo articulado nos vértices e que sofreu a distensão no sentido de uma das diagonais. Não é equilátero nem equiângulo é isósceles, e como o losango tem os ângulos opostos pela abertura iguais. Dois ângulos são agudos e dois obtusos e a soma dos ângulos internos é igual a  $360$ . Os triângulos internos no rombóide são escalenos.

Para construir um *paralelogramo rombóide* basta conhecer um ângulo e a medida de

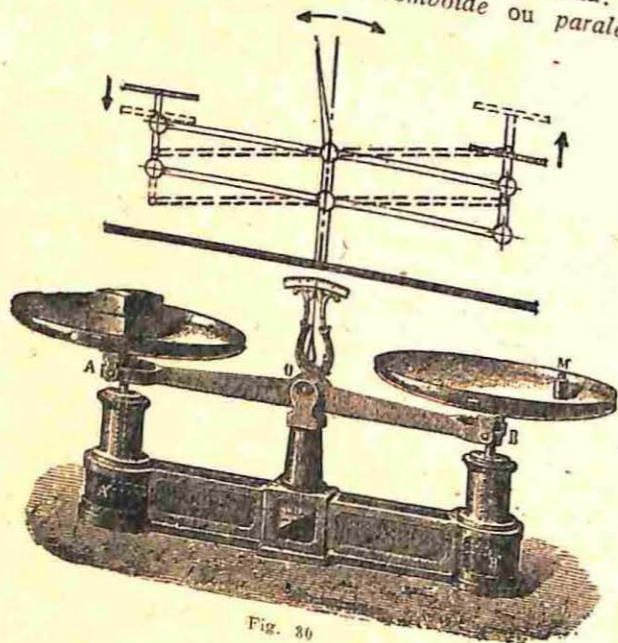


Fig. 30

dois lados. Suponha que se deu a extensão do lado menor NO, o ângulo formado por ele com o lado maior OP e a medida deste lado. Traçado o ângulo NOP com  $60^\circ$  determine a extensão PO. Sabendo que os ângulos são iguais dois a dois e que a soma dos internos é igual a  $360$  teremos que os ângulos obtusos têm, cada um a grandeza de  $120^\circ$ , porque os dois outros terão  $60^\circ$  cada um. Mas, não será necessário esse conhecimento porque se os lados são paralelos dois a dois bastará, com uma medida igual a NO, fazer centro em P e traçar um arco de círculo que será cortado por outro com a medida OP posta de N para o arco de círculo traçado de P, determinando a posição de M.

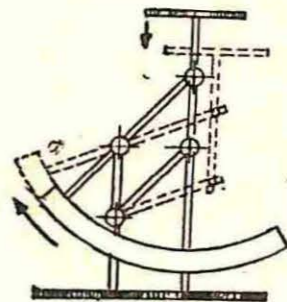


Fig. 31

Também a construção pode ser feita pelo traçado das paralelas a OP e a ON tiradas respectivamente de P e de N para determinarem na sua intersecção o vértice M.

43 — Pelo exposto conclue-se que os paralelogramos são figuras que se deformam. Há, em mecânica, inúmeras aplicações da propriedade da igualdade dos lados opostos nos paralelogramos. Entre elas citaremos o jogo das balanças em que os braços se inclinam conservando as hastes em posição vertical, con-

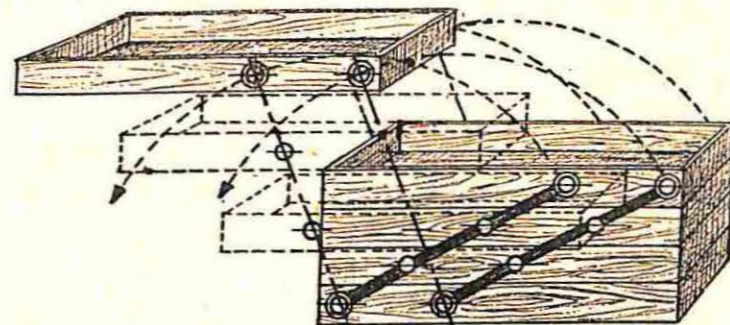


Fig. 32

forme se vê nas figs. 30 e 31. A primeira nos mostra uma balança de Roberval, do tipo usado no comércio. O gráfico indica as posições dos braços quando em equilíbrio e quando desnivelada. A segunda figura nos mostra uma balança de pesada imediata, pois dispõe de um prato e um contra-pêso que se desloca de posição quando o prato recebe a massa a pesar. O gráfico mostra, em linha pontilhada, a deformação do paralelogramo sob a ação do peso. O deslocamento



Fig. 33

As régua para o traçado de retas paralelas (fig. 33), são duas lâminas articuladas a duas hastes. Fixada uma delas, a outra pode ser deslocada paralela-

paralelo de gavetas superpostas de uma caixa (figura 32-, é outra aplicação interessante. Quando se levanta a primeira gaveta as outras duas ligadas aos paralelos acompanham o movimento conforme se vê na indicação em pontilhado.

mente, conforme o movimento indicado em linhas pontilhadas. Outra aplicação importante desse mesmo princípio é o *pantógrafo*, instrumento que permite ampliações e reduções (fig. 34). As quatro réguas graduadas com as relações de  $1/2$ ,  $1$ ,  $11/2$ ,  $11/3$ ,  $2$ , etc., são articuladas por meio de alças e parafusos de pressão. F é o ponto que se fixa na prancheta por meio de uma agulha e E é o ponto onde se acha um estilete que serve para percorrer as linhas do desenho

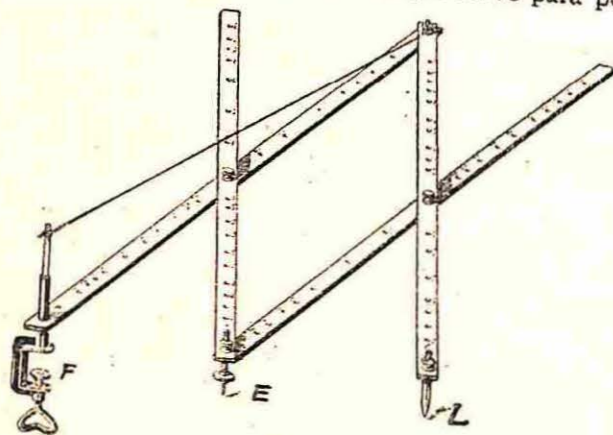


Fig. 34

ou gravura que se pretende transportar para outra folha de papel. L é o ponto onde se acha o lápis, que deixará sobre a superfície os traços correspondentes aos que o estilete percorreu no desenho ou gravura. O pantógrafo somente deve ser usado pelos que conhecem alguma coisa de desenho geométrico e a mão livre.

44 — *Trapézios* são os quadriláteros que só têm dois lados opostos paralelos (fig. 35).

ABCD é um *trapézio retângulo* porque possui dois ângulos retos.

EFGH é um *trapézio isósceles* porque os lados EF e GH são iguais.

IJKL é um *trapézio escaleno* porque os lados são diferentes.

45 — Para construir um *trapézio retângulo* é necessário, pelo menos, conhecer as extensões de dois lados e a grandeza de um dos ângulos que não é reto. Suponha que foram dados os seguintes elementos: lado AD com 0,m080, lado AB com 0,m040 e o ângulo ADC com  $50^\circ$ . Traçado o segmento AD com a medida dada e a perpendicular AB pelo ponto A com a medida dada, bastará traçar o lado do ângulo de  $50^\circ$  cujo vértice está em D e determinar C por meio de um segmento paralelo a AD, tirado de B.

46 — Para construir o *trapézio isósceles* são necessários, pelo menos, as dimensões de dois lados e o conhecimento de um ângulo. Suponha que foram

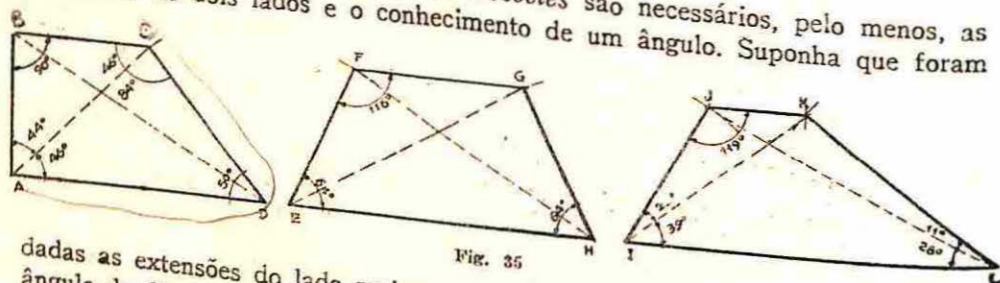


Fig. 35

dadas as extensões do lado maior com 0,m09, do lado oblíquo com 0,m35 e o ângulo de  $64^\circ$  formado por esses dois lados. Traçado o ângulo FEH, determine com a régua as extensões indicadas e trace do ponto F uma paralela a EH. Construindo um outro ângulo de  $64^\circ$  com vértice em H o lado HG determinará G sobre a reta traçada de F.

47 — Para construir o *trapézio escaleno* é necessário, pelo menos, o conhecimento de um ângulo e as extensões de 3 lados ou, então, dois ângulos e dois lados. Como figura escalena seus ângulos são diferentes exigindo para construção três ou mais elementos dos oito que possui, isto é, quatro ângulos e quatro lados.

Dada a dimensão do lado maior IL e ângulos JIL e ILK, bastará determinar a extensão de IJ ou K, como está na figura, e tirar de um desses pontos uma paralela a IL, lado oposto, para obter o trapézio em questão. Observe que a soma dos ângulos internos dos trapézios é igual a  $360^\circ$  e que esse conhecimento auxilia a resolução dos problemas relativos à construção dessas figuras.

CAPÍTULO VII

Aplicações de algumas propriedades dos triângulos e trapézios semelhantes

48 — Propriedades dos triângulos semelhantes aplicadas a alguns traçados geométricos.

Qualquer paralela a um dos lados de um triângulo forma um segundo triângulo semelhante ao primeiro. *Figura semelhante* é aquela que conserva as mesmas grandezas angulares, variando, apenas, na extensão dos lados que conservam uma dada relação. Na fig. 36 vemos um triângulo ABC e uma reta DE paralela a BC. Esta reta forma um novo triângulo ADE cujos ângulos são iguais ao do primeiro triângulo, pois o ângulo A é comum, os ângulos D e B têm um lado comum AB e os outros DE e BC paralelos e, finalmente, os ângulos C e E estão nas condições dos dois anteriores, logo, os cinco ângulos são iguais. A extensão dos lados é que varia, conservando entretanto uma relação proporcional, na sua redução. Assim, para as três posições da paralela ao lado BC temos relações que se expressam do seguinte modo:

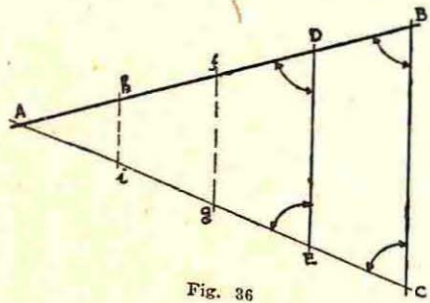


Fig. 36

na 1. <sup>a</sup>	$\frac{AB}{AD} = \frac{AC}{AE} = \frac{BC}{DE}$
na 2. <sup>a</sup>	$\frac{AB}{Af} = \frac{AC}{Ag} = \frac{BC}{fg}$
na 3. <sup>a</sup>	$\frac{AB}{Ah} = \frac{AC}{Ai} = \frac{BC}{hi}$

Os lados AB e AC têm 0,m060 e o lado BC tem 0,m040.

Ora, substituídas as letras pelos valores numéricos dos lados teremos, em milímetros:

$$\frac{60}{45} = \frac{60}{45} = \frac{40}{30} = 1 \frac{1}{3}, \text{ isto é, redução a } \frac{3}{4}.$$

$$\frac{60}{30} = \frac{60}{30} = \frac{40}{20} = 2, \text{ isto é, redução a } \frac{1}{2}.$$

$$\frac{60}{15} = \frac{60}{15} = \frac{40}{10} = 4, \text{ isto é, redução a } \frac{1}{4}.$$

Mais tarde, na 3.<sup>a</sup> série, irá encontrar esse assunto em geometria, no estudo dos triângulos semelhantes, tendo oportunidade de conhecer o teorema e a lei linear de Tales que está baseada nesta propriedade dos triângulos semelhantes. Vejamos agora uma aplicação útil.

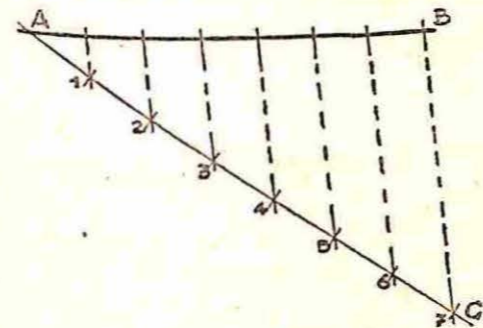


Fig. 37

49 — Para dividirmos um segmento retilíneo em partes iguais ou proporcionais a operação se reduz ao seguinte processo: dado o segmento AB (fi. 37), para ser dividido em 7 partes iguais, traça-se uma reta qualquer AC sobre a qual são determinadas sete divisões iguais. Com um esquadro, liga-se o ponto 7 a B e traça-se a série de paralelas

a B7 de cada uma das divisões marcadas sobre AC. As interseções com a reta dada irão determinando intervalos iguais.

Suponha que deve dividir um segmento retilíneo AB em partes proporcionais (fig. 38), de sorte que a segunda parte seja o dobro da primeira e a terceira o triplo da primeira. Então, aplicando o que foi estudado, trace uma semirreta com origem em A e sobre ela determine uma extensão para primeira medida ou parte A 1 e em seguida dobre essa extensão linear de modo a ter 1 2 igual ao dôbro de A 1 e por último, uma extensão 2 C igual ao triplo de A 1. Trace CB, construa o triângulo, tire de 1 e 2 as paralelas a CB até cortarem AB em M e N e o segmento dado ficará dividido em partes proporcionais. Os traçados correspondentes às divisões proporcionais têm larga aplicação tanto no desenho geométrico quanto no desenho do natural cujas observações exigem representações proporcionais.

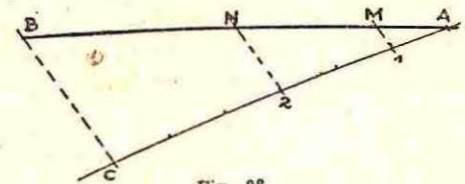


Fig. 38

50 — Propriedades dos trapézios semelhantes.

Num trapézio, quando traçarmos retas equidistantes paralelas às bases essas retas dividirão em partes iguais os lados opostos, as diagonais e a altura (fig. 39). Baseado neste princípio poderá, por simplificação, construir uma escala de divisão em partes

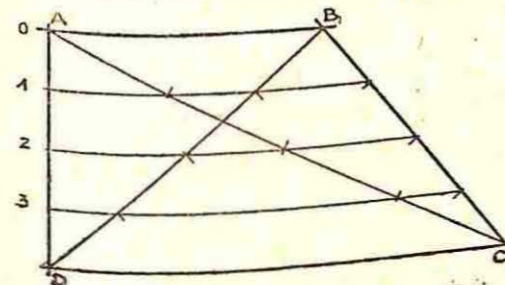


Fig. 39

iguais (1). Num cartão, trace um retângulo de 0,m10 x 0,m15, conforme se vê na fig. 40. Divida em 10 partes iguais o lado menor numerando as divisões e trace, cuidadosamente, uma série de paralelas ao lado maior. Para dividir um segmento qualquer, marque na margem de uma folha de papel a extensão do segmento com dois traços, como se vê na figura. Transporte a tira de papel para a escala e ajuste um dos pontos sobre a paralela de origem e o outro sobre a paralela que se acha no número que corresponde ao divisor que deseja. Marcando com traços na tira de papel as intersecções das paralelas com a margem da tira, terá a divisão feita, economizando o tempo que iria perder com a construção auxiliar citada no parágrafo anterior.

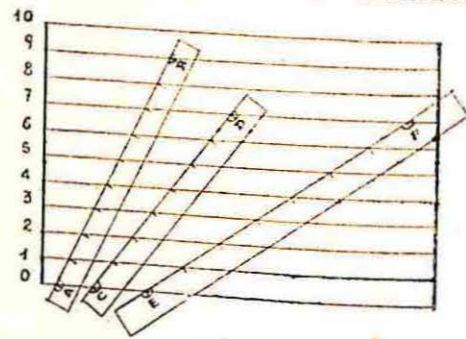


Fig. 40

(1) A sugestão é de Jacomo Stávale, 2.º ano de Matemática, capítulo XVIII. Editora Nacional.

## CAPÍTULO VIII

## Polígonos de mais de 4 ângulos

51 — Construção dos polígonos regulares pela inscrição nos círculos.

Por simplificação a construção dos polígonos de mais de quatro lados é sempre feita pela inscrição no círculo, mesmo quando os problemas pedem as construções dessas figuras dando os lados. Os polígonos sendo regulares têm seus vértices equidistantes de um ponto central e, assim sendo, estarão todos colocados no círculo. Demais, se os lados dos polígonos inscritos são cordas colocadas no círculo, o problema reduz-se a uma simples divisão do círculo em partes iguais.

52 — O pentágono (de *penta*, do grego cinco) é o polígono de 5 ângulos.

Dividindo-se o círculo em 5 partes iguais, teremos:  $\frac{360}{5} = 72^\circ$

Este quociente indica o ângulo central (muitos autores preferem dizer *central*), isto é, o ângulo cujo vértice está colocado no centro do círculo. Assim, torna-se fácil a construção. Traçado um círculo cujo raio ou diâmetro foi dado (figura 41), escolha a posição de um dos vértices. A por ex., ligue este ponto ao centro por uma linha de construção e com o transferidor determine o ângulo de  $72^\circ$  que neste caso é AOB. Com o compasso, fazendo centro em A, tome a corda AB e determine E. Com a mesma corda faça centro em B, determine C e, finalmente, D. Ligando-se os vértices consecutivos obterá a figura pedida.

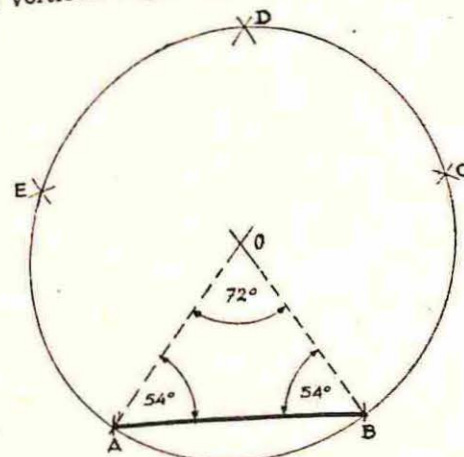


Fig. 41

NOTA — Quasi todos os compêndios de desenho geométrico apresentam construções gráficas engenhosas para o traçado dos polígonos regulares. Para os estudantes essas construções não apresentam interesse porque decorrem de relações geométricas que não são ainda conhecidas. Essa é a razão pela qual todos os alunos esquecem, com facilidade, as construções do pentágono, heptágono, eneágono e, de modo geral, não con-



seguem memorizar o traçado do decágono e undecágono. Memorizar, disse acima porque, na realidade, não podendo entender, apelam para a memória. Ora, o que não é entendido, dificilmente nela se conserva e esse é o motivo pelo qual os alunos encontram dificuldades para construir um polígono inscrito e, de regra, quasi nunca acertam a construção de um polígono dado o lado.

E' muito mais útil e racional, além de essencialmente didático, estudar um assunto aplicando os conhecimentos adquiridos no trato com a matéria. Nestas condições, a construção dos polígonos regulares inscritos deve ser conduzida pelo método exposto, isto é, procurando, por simples divisão, o valor do ângulo central, o que, além de generalizar, simplifica.

53 — A tabela que se segue dará os valores dos ângulos cêntricos ou cêntricos de alguns polígonos.

Triângulo. . . . .	120°	Dacágono. . . . .	36°
Quadrado. . . . .	90°	Dodegágono. . . . .	30°
Pentágono. . . . .	72°	Pentadecágono. . . . .	24°
Hexágono. . . . .	60°	Icoságono. . . . .	18°
Octógono. . . . .	45°		

Os demais não são classificados pelos ângulos, porém, pelos lados. Polígono de 13, 16, 24 lados, etc..

Na tabela não figuram o Heptágono e o Undecágono que, como outros, são polígonos cujos ângulos cêntricos são incomensuráveis.

54 — Heptágono (de hepta do grego, sete).

A divisão de  $\frac{360^\circ}{7} = 51^\circ 25' 42''$  e  $6/7$ . Ora, não é possível encontrar

construção exata para valores que não admitem medida comum. E' inútil, portanto, procurar construções simples ou complicadas porque todas darão o mesmo resto na divisão. Em casos como este adote o seguinte processo: considere o ângulo central de  $51^\circ$  e como o resto da divisão é  $3^\circ$ , marque esses graus ao lado, então esse resto em 7 partes iguais, adotando o princípio estabelecido para as determinações de ângulos menores de um grau, conforme foi estudado no § 20 (fig. 11). Juntando então ao ângulo de  $51^\circ$  mais a sétima parte de  $3^\circ$  obterá a medida do lado do heptágono.

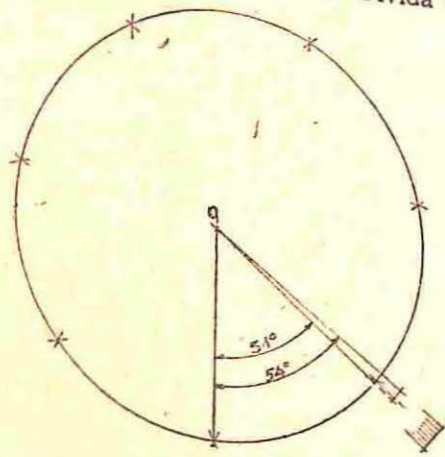


Fig. 42

55 — Para o Undecágono a divisão nos dá  $32^\circ 43' 38''$  e  $2/11$ , logo, o processo prático será determinar o ângulo central de  $32^\circ$  e efetuar a divisão em 11 partes do resto de  $8^\circ$ , tal como operamos para o heptágono. Assim, para os polígonos de 13, 14, 17, etc., que não são submúltiplos de 360c, a operação racional deve ser a indicada nestes dois parágrafos.

Construção, com o compasso, de alguns polígonos inscritos.

56 — Hexágono — Num círculo, a medida do raio corresponde à corda que subentende o arco de  $60^\circ$ . Assim, na figura 43 com centro em A e arco AO determinamos um arco de  $60^\circ$  que corresponde à sexta parte do círculo.

57 — Triângulo — Se com centro em A, fig. 44, e medida OA marcamos dois arcos de  $60^\circ$  teremos um arco BC de  $120^\circ$  e inscreveremos o triângulo equilátero.

58 — Dodecágono — Se traçarmos a bissetriz do ângulo de  $60^\circ$ , formamos um arco do dodecágono inscrito.

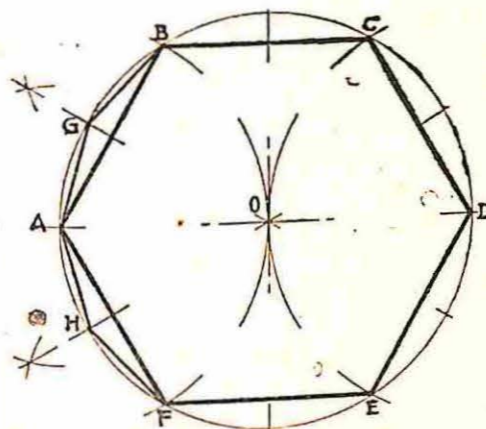


Fig. 43

figura 43, teremos o ângulo de  $30^\circ$  ou seja,

59 — Quadrado, Octógono e o polígono de 16 lados. Na fig. 45 está a indicação do traçado da bissetriz do ângulo de  $180^\circ$  para obter os arcos de  $90^\circ$  e assim traçar o quadrado inscrito. Por meio da bissetriz do ângulo de  $90^\circ$  obtém-se o arco de  $45^\circ$  que dá o lado do octógono. Por meio da bissetriz deste último consegue-se o arco de  $22^\circ 30'$  que corresponde ao lado do polígono de 16 lados. E assim, por intermédio do traçado das bissetrizes, podemos construir inúmeros polígonos regulares.

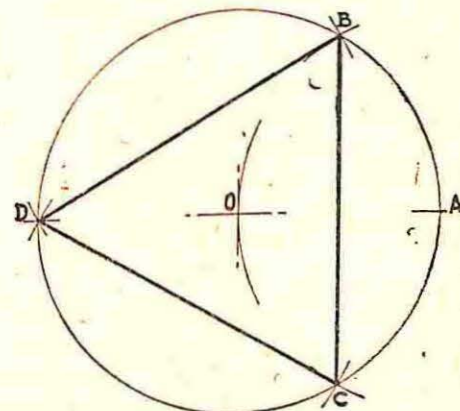


Fig. 44

60 — Construção dos polígonos regulares conhecendo-se o lado.

Aquí, como nos polígonos inscritos,

impõe-se a indicação de um método que permita generalização.

Dado o lado de um polígono, suponha um Pentágono com 5 cms. de lado, conduza o raciocínio do seguinte modo: nos polígonos inscritos achado o ângulo central, ligam-se as extremidades das semirretas que formam os lados do ângulo para obter-se o lado do polígono. Ora, em todos os polígonos regulares os triângulos obtidos por meio dessa construção são isósceles, logo, os ângulos formados pelos lados iguais com o terceiro lado são iguais. Como num triângulo a soma dos ângulos internos é de  $180^\circ$ , sabendo-se o valor de um deles fácil será, no triângulo isósceles, deter-

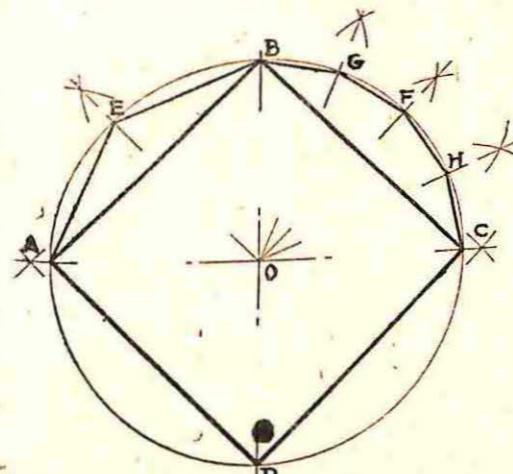


Fig. 45

minar o valor dos outros dois. Nos polígonos regulares o ângulo diferente do triângulo isósceles é o ângulo central. Conhecido o valor desse ângulo bastará subtrair  $72^\circ$  de  $180^\circ$  para ter a soma dos outros dois. Logo, dividindo por 2 obterá o valor de cada um.

$$\text{Assim: } \frac{180^\circ - 72^\circ}{108^\circ} = \frac{108^\circ}{2} = 54^\circ$$

Dado o lado AB com 0 m05, prolongue-o, fig. 41, para ajustar a alidade do transferidor, com segurança, e determine os dois ângulos de  $54^\circ$  com vértices em A e B. Traçados os lados desses ângulos obtem-se o vértice do ângulo central de  $72^\circ$ , centro do círculo de raio OA ou OB que irá permitir a determinação dos outros vértices do pentágono, com a medida do lado dado.

Por esse processo podemos formar a regra. Para construir um polígono regular, dado o lado, procura-se traçar sobre esse lado um triângulo isósceles, no qual os ângulos iguais tenham os vértices nas extremidades do lado dado e o terceiro ângulo seja igual ao ângulo central do polígono pedido.

Para os polígonos de lados incomensuráveis, como o heptágono, a construção será aproximada e, por isso, deve ser feita com o máximo rigor.

Em todas as construções dos polígonos deve ter o maior cuidado na determinação das interseções dos arcos de círculo com o círculo circunscrito. A ponta seca do compasso deve ser ajudada pelo dedo para que os pontos de fixação sejam perfeitos. As linhas que definem os lados devem ser traçadas com lápis de ponta chanfrada para que as interseções, nos vértices dos polígonos, sejam claras e exatas.

## SEGUNDA PARTE

## Desenho Decorativo

## CAPÍTULO IX

## Generalidades

61 — A humanidade, desde os seus primórdios, manifestou tendência decorativa, adornando os objetos de uso comum. As tribus, organizações sociais primitivas, como ainda possuímos no interior do nosso país, ornamentam com penas coloridas dos pássaros as flexas, os arcos, braceletes e cocares. Outros utensílios de uso comum são ornamentados com desenhos coloridos e até mesma com motivos plásticos em relevo (estampa IX). Todas essas manifestações intencionais são de natureza decorativa. A história da Arte mostra como o desejo de ornamentar ou o propósito de aformosear os objetos de uso comum sempre dominou entre as civilizações, com particularidades notáveis ligadas ao ambiente e às tradições.

62 — A expressão decorativa esteve, quasi sempre, ligada à função dos objetos. A forma de uma cratera, estampa IV, (vaso romano para depositar o vinho) não era a mesma de uma ânfora (vaso romano para guardar e conservar o vinho). A cratera, pequena ou grande, era um vaso com pedestal de modo a ser apoiado sobre outro pedestal ou mesa. A ânfora era um vaso sem pedestal, alongado como um ovóide, para ser enterrada até a boca, de modo a conservar o vinho fresco, possuía alças na parte superior para ser retirada das cavas em que era colocada e os motivos decorativos somente se achavam próximos dos bordos da boca e nas alças. A cratera possuía alças para ser transportada e sua decoração abrangia toda a superfície lateral. Comparando as duas formas percebe-se que cada uma delas estava em função do destino. Assim, a decoração quasi sempre se apresentou com esse caráter funcional. Hoje, um automóvel ou um avião apresentam linhas decorativas que estão para as suas funções. As formas que apreciamos em qualquer deles, e que nos agradam à vista, decorrem de uma estrutura que está em função de condições físicas e mecânicas especiais e de acordo com suas finalidades. Uma locomotora elétrica não pode ter as mesmas linhas de uma a vapor, nem um navio a vela as formas de um a vapor. Assim, um jarro para água não pode ter a mesma linha de uma cafeteira, nem esta a de um bule. A estampa V nos evidencia as diferenças de formas e seus aspectos agradáveis, sem que qualquer delas necessite ornamentos especiais.

Os motivos ornamentais apostos às superfícies também devem ter expressão apropriada e disposição adequada. Há casos em que a decoração aposta não tem expressão porque a beleza do objeto consiste na forma elegante aliada ao seu destino. A locomotora, o avião ou cafeteira precindem ornamentações, conforme apreciamos na estampa V.

63 — Para que uma decoração exerça sua função decorativa é necessário que seja lógica, isto é, que esteja em relação à finalidade. Todavia a força da tradição exerce sobre a criação e evolução das formas uma reação mais importante do que imaginamos e, quasi sempre, impede que a lógica decorativa se apresente imediatamente. É fácil exemplificar: quando apareceu o primeiro automóvel (exemplifico com elementos de mais fácil compreensão) sua carruagem era idêntica a de uma sege (fig. 46). Não havia lógica para uma boléia elevada quando os "cavalos" já estavam reduzidos à força dentro do motor. Mas, observe a força da tradição nesta expressão "cavalo vapor" admitida na mecânica, quando a força já não era mais produzida por cavalos.

Pouco a pouco é que a tradição é vencida e as formas modificadas. Um outro fato convem citar e, ainda, relativo à forma da carruagem do automóvel. Na Europa os hábitos aristocráticos mantiveram, por muito tempo, o condutor do veículo do lado de fora (fig. 47), enquanto a América do Norte, democratizada, passava o condutor para a parte interna da carruagem, estampa V, apenas separado por uma vidraça móvel. Ora, as capotas sendo diferentes por força dessas disposições, obrigavam os veículos a formas diversas. Aqui se verifica a influência do meio social agindo sobre a composição das linhas do veículo. Nos primórdios da

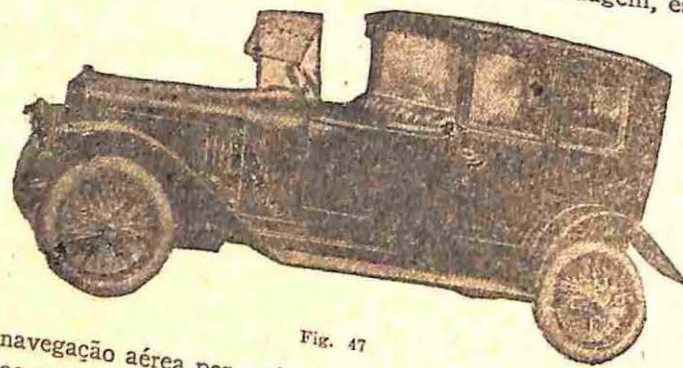


Fig. 47

navegação aérea por meio do mais pesado do que ar os aviões se assemelhavam ao papagaio de Franklin, conforme vê na fig. 48, no "Demoiselle" de Alberto Santos Dumont.

Ora, todas as formas evoluem para uma conformação que esteja para a função que exercem, logo, obedecendo às razões lógicas que orientam o aperfeiçoamento das cousas.



Fig. 46

Não há, portanto, aspecto decorativo inútil. A beleza só existe nas formas essenciais. Um bule cuja ornamentação é uma imitação de trançado do vime não é um objeto de bom gosto, embora sua forma seja lógica, isto é, tenha bojo, bico, asa e tampa. A decoração não está para a finalidade, porque o trançado de vime não é material adequado para depositar líquidos. Uma xícara pode ser ornamentada com um friso de côr ou um desenho em faixa contínua na sua superfície lateral, porém, a decoração não será lógica se sobre sua superfície lateral houver relêvos com flores, frutos ou figuras porque não há razão para a existência dessas aplicações que dificultam a limpeza, aumentam o peso e atormentam a forma do utensílio. Assim, o espírito decorativo não obriga à de-

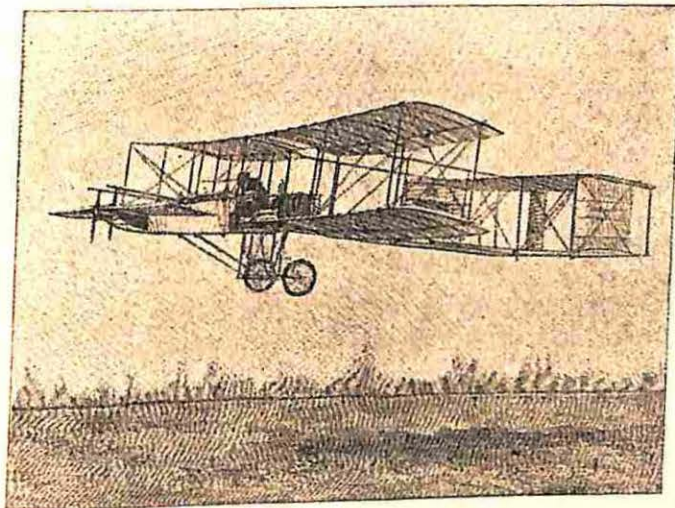


Fig. 48

coração aplicada. Toda vez que um objeto apresenta elegância nas suas linhas lógicas sua forma será bela.

64 — Para atingir esse espírito da Arte Decorativa precisamos realizar uma série de estudos que começam pelos ensaios da composição decorativa com elementos geométricos. E porque essa preferência, em vez de empregar elementos da natureza? A explicação é simples. Em todos os estudos há sempre uma parte geral que prepara uma série de conhecimentos, que compõem os fundamentos, e que devassam as leis e os princípios que regem o estudo da matéria. O desen- volvimento do estudo compreenderá uma série de aplicações baseadas sempre nos princípios estabelecidos. Ora, na composição decorativa as leis gerais são de caráter geométrico e todas as disposições da composição estão baseadas em propriedades das figuras planas geométricas. Todas as disposições e arranjos decorativos estão baseados em redes geométricas ou sujeitas a um ou mais eixos de simetria, e até mesmo nas combinações assimétricas há um princípio de equilíbrio que deriva da equivalência das formas ou superfícies decoradas. Nestas condições, o início da Arte Decorativa deve basear-se no aproveitamento das formas geométricas, porque, além de apresentar um tipo simples de composição, oferece um campo inesgotável de aplicações que permite o desenvolvimento da capacidade inventiva.

## CAPÍTULO X

## Motivo tipo ou padrão e Orientação

65 — A *composição decorativa*, parte fundamental de toda a *Arte Decorativa*, é uma espécie de gramática das Artes. Nela está contida toda a teoria que orienta a prática. Uma série de leis e princípios racionais constituem a *linguagem decorativa*.

Inicialmente a composição decorativa apresenta aspectos simples para evidenciar como os *arranjos* ou *combinações* constituem os fundamentos do trabalho que se denomina *composição*.

Por *composição* entende-se a escolha de um assunto ou tema que é interpretado através a imaginação. Assim, em toda composição há invenção. Habitados, como se acham, aos exercícios de composição nas aulas de linguagem, devem encontrar uma forma tal de exposição do assunto, que as idéias se sucedam, correntes e claras a caminho da conclusão. Ora, se a linguagem não respeitar as disposições correntes fundadas nas regras gramaticais a idéia estará sacrificada. A composição em Arte Decorativa não orientarem a interpretação o trabalho estará perdido pelo acúmulo de elementos, pela desordem dos conjuntos, pelas impropriedades dos motivos, enfim, pela confusão.

66 — *Qualquer tipo de decoração tem como finalidade principal despertar agradável impressão à vista*. Nestas condições, todo o trabalho deve ser conduzido com o sentido de obter o melhor efeito por meio dos arranjos e combinações de elementos e côres.

Os elementos, que podem ser quaisquer, são escolhidos na natureza animada ou inanimada. A flora, a fauna, os minerais, a figura humana, os objetos manufaturados e até a geometria. O elemento escolhido chama-se *motivo* e pode ser simples ou composto. Um triângulo, uma flor ou um caramujo, são *motivos simples*. Um triângulo inscrito num hexágono, uma flor com haste e folhas combinada com motivos geométricos ou um caramujo combinado com algas e água são *motivos compostos*.

67 — Escolhido o motivo, ele será desenhado conforme a idéia que possuímos para, então, ser aplicado na composição, segundo a disposição que imaginamos e o fim que tivermos em vista. O motivo assim estudado denomina-se *motivo padrão* ou *motivo tipo*. É indiferente o emprêgo das expressões.

Observe, nas seis ordens da estampa VII, os retângulos indicando o que se considerou como motivo padrão. Nos três polígonos hexagonais o motivo padrão é um triângulo no qual se encontra um trecho de folha digitada. Repare uma série de triângulos composto um trapézio e note que esse triângulo está repetido

na última ordem da estampa com duas disposições. Veja nas composições que se acham do lado direito da estampa os motivos padrões marcados com uma chave. Qualquer destas representações decorativas não constitui novidade. Já devia ter encontrado motivos como esses quer ornamentando utensílios de uso comum como pratos, chicanas, papéis de forração ou ladrilhos, quer nos atalhados da indústria de tecidos.

Do exposto conclue-se que o *motivo padrão* representa a *unidade* escolhida para a decoração.

68 — A questão relativa às posições do motivo padrão é de grande importância na composição. Essas posições estão referidas a dois eixos que se cruzam ortogonalmente, determinando o que se chama em arte decorativa *Orientação*. O eixo L que se vê na fig. 49 corresponde, no desenho, à direção das linhas traçadas pela régua T e que se acham de frente para o desenhista. O eixo T é perpendicular a L e os eixos O são direções oblíquas a esses eixos e que terão, portanto, qualquer grandeza angular. Os motivos dispostos segundo a direção do eixo L têm *orientação longitudinal*, os que seguem a direção do eixo T têm

*orientação transversal*, e finalmente, os que acham em quaisquer outras posições têm *orientação oblíqua*. Muitos professores preferem distinguir as orientações procurando analogia com as posições absolutas das retas e, então, classificam-nas de *horizontal* quando seguem a direção do eixo L, *vertical* quando estão dirigidas no sentido do eixo T e *inclínada* quando em qualquer posição do eixo O.

Todavia essa classificação não me parece razoável em se tratando da composição plana. Na estampa VI as cinco primeiras ordens são de orientação longitudinal. Na sexta ordem as orientações adotadas são oblíquas. A orientação

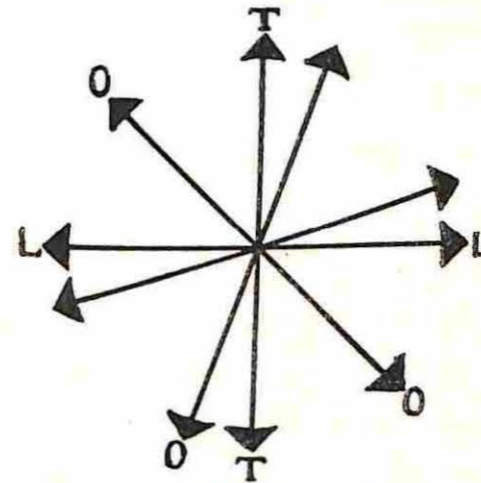


Fig. 49

transversal aparece nos dois motivos de tecelagem à direita e ao alto. A última composição da série que se acha à direita é uma combinação da orientação transversal com a longitudinal. Os padrões para tecidos que se acham à direita da estampa, na 3.ª e 4.ª ordens são dispostos em orientação oblíqua.

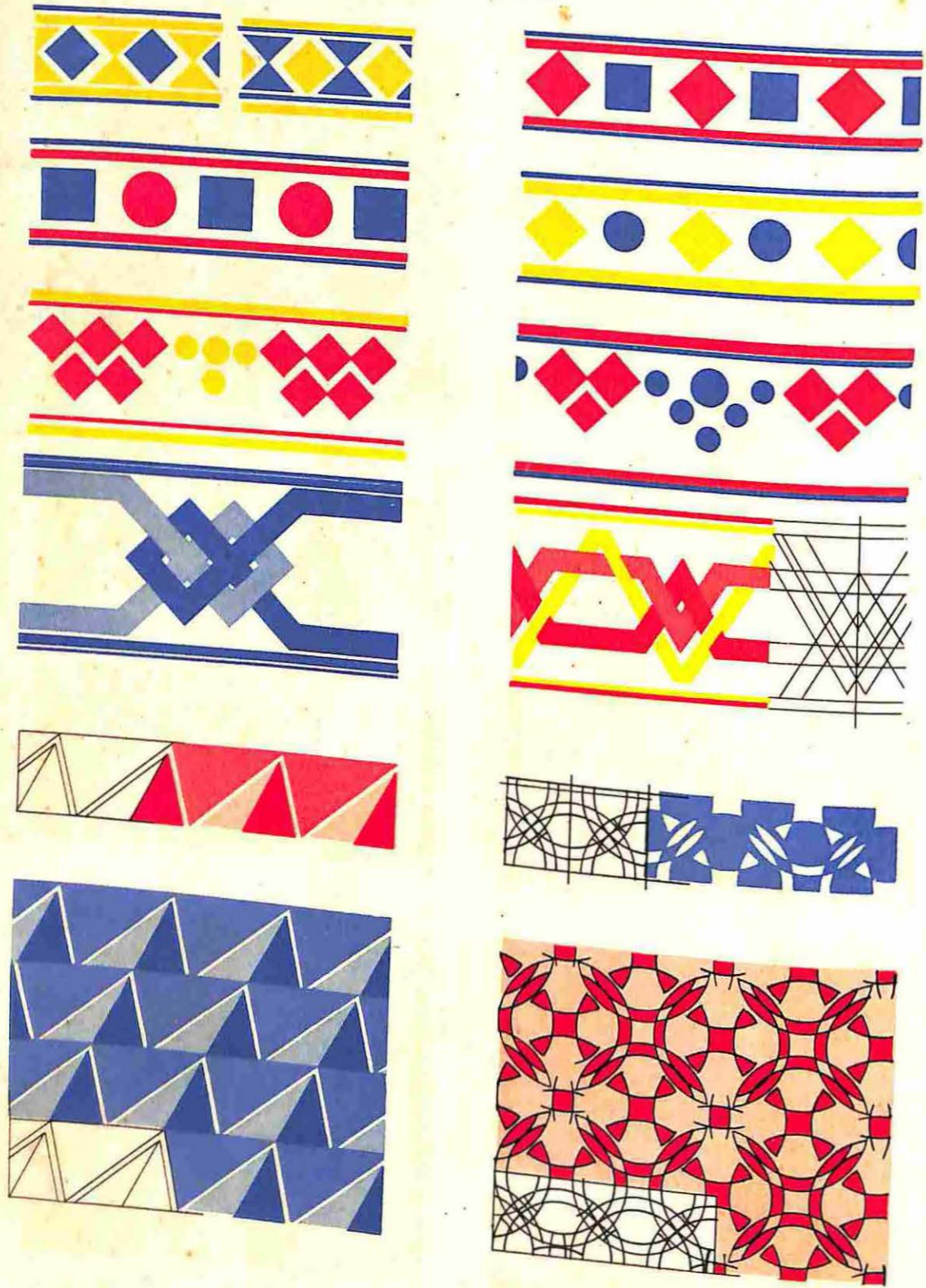
*Orientação* é, portanto, o *princípio dos movimentos ordenados*. Realmente a orientação define os movimentos de translação que se operam na composição. Observe, ainda na mesma estampa, que as composições foram obtidas por intermédio da translação dos motivos padrões, tanto para as longitudinais quanto para as oblíquas.

Os padrões são exemplos de translação por paralelismo, enquanto que os polígonos construídos por meio dos triângulos foram obtidos por intermédio de um movimento de rotação e que será estudado posteriormente.

Experimente, com um motivo padrão simples, a composição por translação e em várias orientações. Há um processo simples que não requer, inicialmente, capacidade inventiva, porém, conduz à aquisição de experiência e, por isso, prepara para a composição. Dobre uma folha de papel colorido de sorte a poder



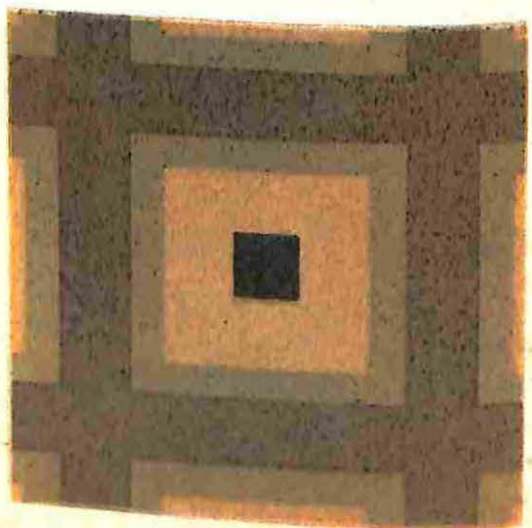
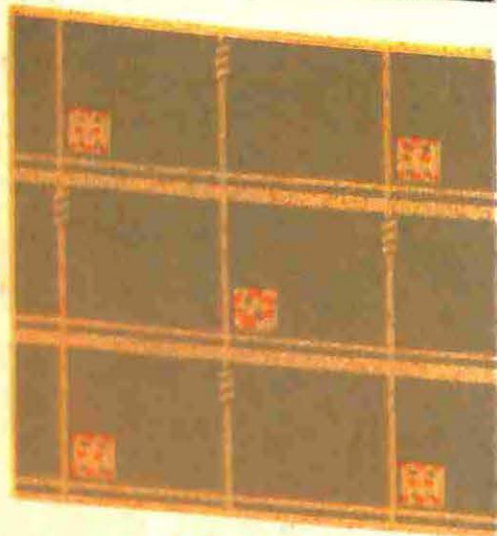
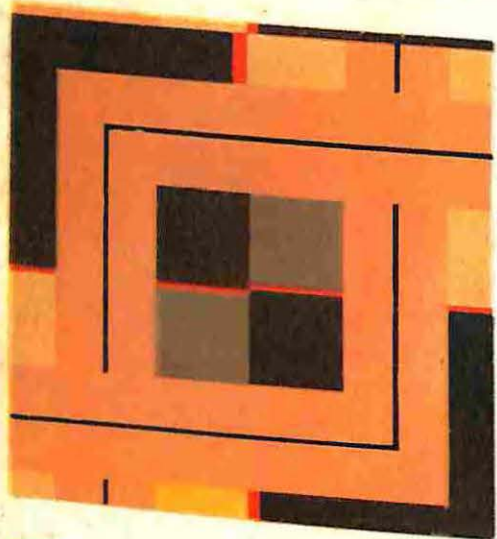
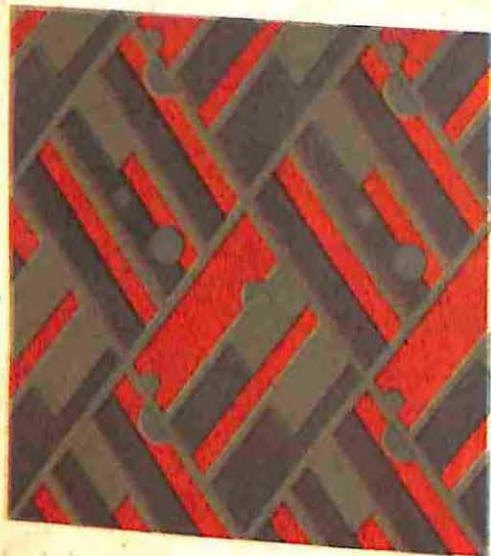
ESTAMPA X



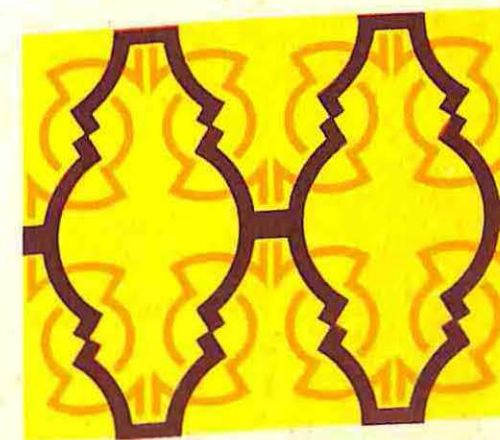
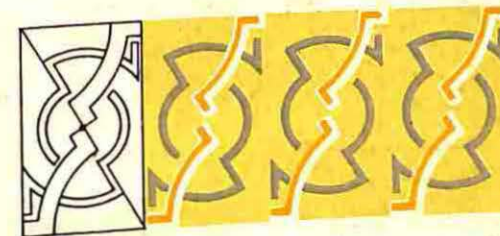
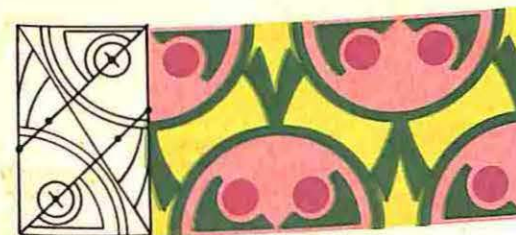
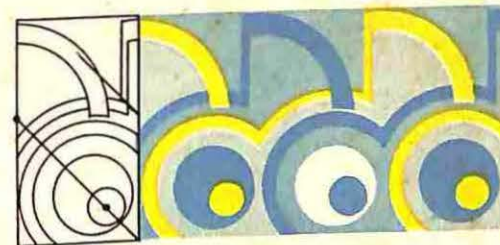
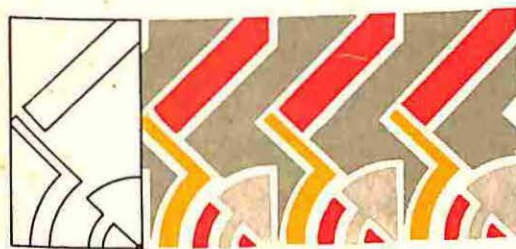
ESTAMPA XI



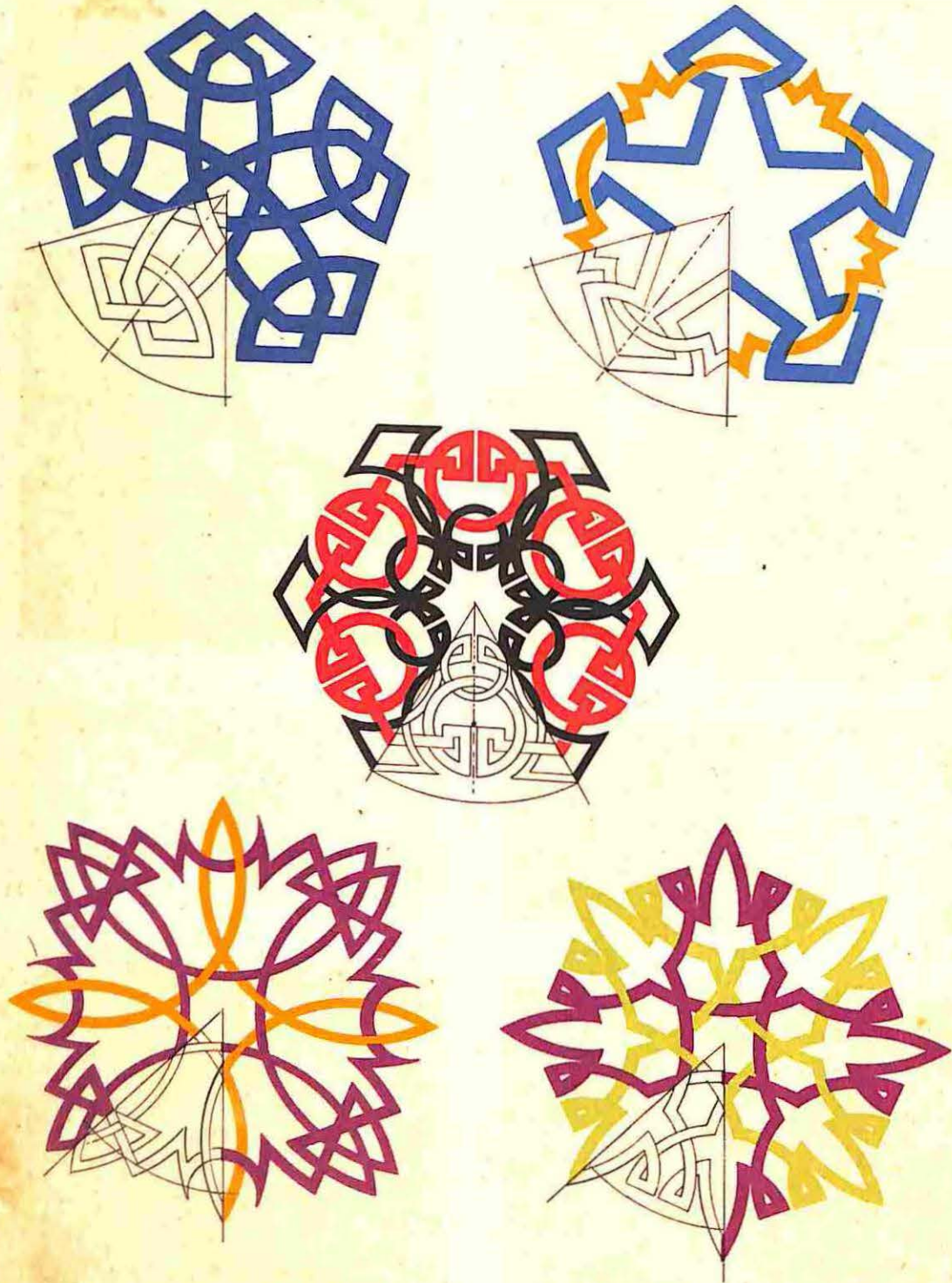
ESTAMPA XII



ESTAMPA XIII



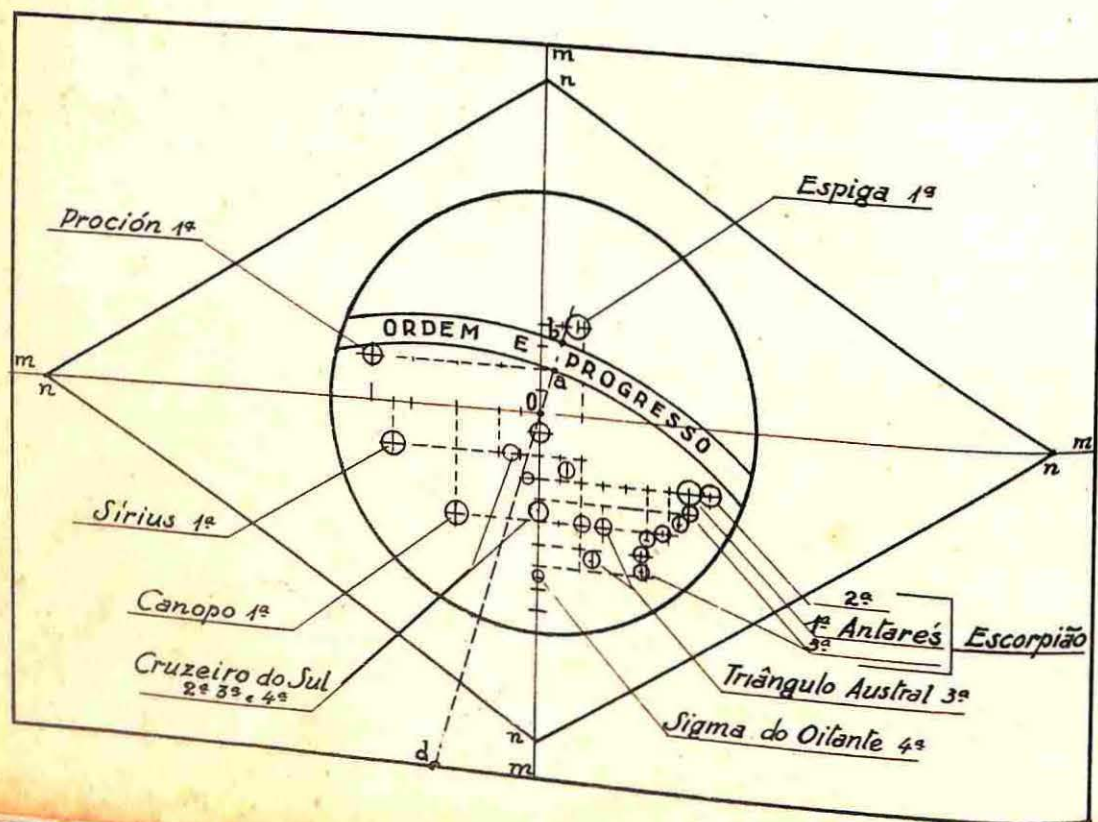
ESTAMPA XIV



ESTAMPA XV







## CAPÍTULO XI

## Sistemas ornamentais

69 — Um sistema ornamental compreende um tipo de decoração. As três primeiras ordens da estampa VI bem como a sexta e oitava, a última, todas à esquerda, e todos os padrões que se acham à direita representam sistemas ornamentais.

70 — As leis da repetição e alternância.

A lei da repetição, fundamental na composição decorativa, é expressa do seguinte modo: um único motivo padrão repetido é suscetível de formar vários sistemas ornamentais por repetição. Os exemplos citados no parágrafo anterior são sistemas ornamentais de repetição, porque o motivo padrão foi repetido por translação. Quaisquer que sejam os sistemas ornamentais, simples ou complexos, a lei da repetição domina em toda a composição.

A estampa X nos mostra diferentes tipos de sistemas ornamentais. O motivo padrão da primeira ordem à direita muda de posição. Há, portanto, uma alternância na orientação do motivo. Nos dois sistemas que se acham logo abaixo há uma intercalação de novo motivo padrão. Esses sistemas ornamentais constituem a segunda lei decorativa denominada Alternância expressa do seguinte modo: a mudança de orientação do motivo padrão ou a combinação com outro motivo é suscetível de formar vários sistemas ornamentais de alternância. A terceira ordem de sistemas ornamentais evidencia dois tipos do sistema ornamental de alternância. Observe nestes dois exemplos que os motivos padrões escolhidos para alternância são motivos compostos pela repetição de motivos simples. Esses motivos são chamados motivos compostos. Com este recurso multiplicamos as possibilidades de novos efeitos decorativos.

71 — Os sistemas ornamentais se apresentam sob três aspectos distintos. Quando o sistema se desenvolve seguindo uma orientação em faixa contínua, tal como se vê nas cinco ordens da estampa X ou nas duas últimas da estampa VII, denomina-se Friso. Quando o sistema ornamental segue duas direções opostas ou se repete por paralelismo e se estende continuamente, conforme vê nos quatro primeiros exemplos da estampa VII ou nos dois últimos da estampa X chama-se Painel. Repare que os padrões de tecidos da estampa VI representam painéis, assim como os da estampa X, XII, XIII e XV.

Há motivos compostos que são considerados motivos isolados como os flores decorativos que se acham na estampa XIV porque, embora o motivo seja composto pela repetição de um motivo simples ou composto, ele se apresenta isoladamente como único motivo da ornamentação. É, assim um sistema independente. No fundo de um prato, no centro de um tapete ou no interior de um pai-

nel qualquer, pode haver um motivo central sem qualquer referência com o sistema que o circunda.

Na composição dos frisos ou dos painéis as unidades decorativas podem estar ligadas ou isoladas. Quando ligadas em fitas conforme se vê na quarta ordem da estampa X, na estampa VIII ou nas últimas ordens da estampa VII diz-se que o friso é composto com faixas entrelaçadas e contínuas.

Nas composições em faixas entrelaçadas uma delas deve ser mais larga que a outra, salvo quando as disposições são simétricas como vemos nos exemplos da estampa X. Duas faixas entrelaçadas e que possuem a mesma largura apresentam um efeito monótono e por isso procura-se variar as côres. Observe os exemplos da estampa X da quarta ordem de sistemas ornamentais e o motivo de ângulo da estampa VIII.

72 — No estudo dos motivos será sempre conveniente começar por formas simples. Escolha formas que estejam bem adaptadas às figuras escolhidas, isto é, formas que se combinem. Não procure disposições triangulares ou pentagonais no interior de um quadrado, como não procure encaixar quadrado no interior de triângulos, nem pentágonos combinados com hexágonos. Os múltiplos e submúltiplos das formas escolhidas são os elementos aconselhados para os que iniciam a composição decorativa. Veja, como exemplo, a primeira ordem de painéis da estampa VII, os motivos das estampas XI e XII.

73 — Em todo sistema ornamental existe o que se denomina *diagrama*. Observe na estampa VII as linhas de construção que aparecem no primeiro painel e na última ordem de sistemas ornamentais. Fixam elas os eixos de repetição e as posições das linhas que orientam as figuras ou faixas. Observe os dois últimos frisos da referida figura e note a construção gráfica orientando as posições da faixa e os eixos das repetições. Essa construção singela que determina o *esqueleto da composição*, bem como o movimento e a posição das unidades decorativas, é que se denomina *Diagrama*. Repare os diagramas dos motivos que se acham nas estampas X, XI, XIII e XV.

74 — Obtido o motivo padrão e escolhido o sistema ornamental, repete-se o diagrama para, em seguida, ajustar as linhas do motivo ou motivos. Mas, a repetição de todo o traçado gráfico, será um trabalho exaustivo e sem objetivo pedagógico. Com um papel transparente colocado sobre o motivo e seu diagrama, cubra todas as linhas e a forma que o circunscribe e na falta desta os eixos que marcam os espaçamentos, fazendo, assim, o *calque* do desenho. Vire o calque pelo avesso, cubra as linhas visíveis, por transparência. Ajuste o calque sobre a forma seguinte ou sobre os eixos do diagrama e, verificada a coincidência das linhas de referência do calque com as do diagrama, cubra as linhas usando um lapis de ponta fina e rígida. A essa operação de repetir sobre o calque as linhas traçadas chama-se *decalque*. Use sempre para o calque um lapis macio B ou n.º 1 e para o decalque F, HB ou n.º 2. A técnica do calque e decalque exige cuidado gráfico. O decalque, depois de algumas repetições, deve ser substituído para evitar deformações provenientes dos traçados repetidos.

#### 75 — Sistemas ornamentais em redes.

Os sistemas ornamentais de repetição, desde que sejam empregados em duas orientações, produzem as redes ornamentais. O primeiro painel da estampa VII apresenta o emprêgo do quadrado repetido com duas orientações produzindo a

*rede ortogonal*. Nessa rede os motivos poderão ser colocados, como se vê, segundo uma outra orientação oblíqua aos lados do quadrado.

E' por meio das redes que se conseguem os sistemas ornamentais chamados *mosaicos* empregados comumente nas composições decorativas para pavimentos em tacos de madeira ou ladrilhos cerâmicos e nas decorações murais com pastilhas cerâmicas.

Com duas orientações combinadas formam-se os painéis e consegue-se também o motivo em faixa produzindo os entrelaçados. Veja as combinações da estampa VII como exemplos de redes ortogonais e faixas entrelaçadas usadas nas pavimentações. Na estampa XII os quatro últimos exemplos são painéis de redes ortogonais e os dois primeiros de redes rômbricas.

#### 76 — Diagramas ornamentais ou decorativos.

Por serem as redes os melhores sistemas ornamentais para decorar as superfícies, são elas consideradas como diagramas decorativos. Realmente, uma vez conseguido o motivo padrão e escolhida a orientação, a repetição do motivo é feita por meio de uma rede que estabeleça os pontos principais de referência para ligação dos motivos. Ora, essa rede com as linhas principais do motivo passa a ser o diagrama decorativo.

Quando encontramos uma superfície decorada ou *painel decorativo*, para usar a expressão corrente, como vê nas estampas VII, X, XI e XIII, o diagrama decorativo está oculto por se ter preferido ligar os campos da mesma cor. Em cada ângulo dos frisos e dos painéis das estampas referidas os diagramas decorativos estão em evidência.

#### 77 — Sistemas ornamentais em Meandros e Gregas.

Um e outro são aplicações das redes ortogonais e das faixas entrelaçadas com que os motivos se repetem segundo uma orientação escolhida. As expressões são equivalentes. Meandro é o nome de um rio da Mesopotâmia. Os Assírios chamaram as faixas curvas de *meandro* por lembrarem as sinuosidades desse rio na planície. Os gregos aproveitaram a disposição das linhas do ornato, isto é, o *diagrama*, compuzeram-no em segmentos retilíneos e daí a expressão *grega* dada a esse ornato da arquitetura helênica. As quatro últimas composições da estampa VII, são exemplos das *gregas* e *meandros* e na estampa VIII há vários tipos de gregas com o estudo dos cantos. Na composição dessas unidades decorativas deve presidir o *espírito de movimentos simétricos e espaçamentos de medida constante*. Observe nas figuras que os vãos são iguais à largura da faixa. Gregas e meandros podem ser compostos com faixas duplas e, nesse caso, bastará contar com maior espaço para desenvolver os movimentos. Para facilitar o estudo dos movimentos, isto é dos diagramas, usa-se, correntemente, o papel quadriculado, ou seja a rede ortogonal impressa. As experiências da composição são feitas sem o exaustivo e inútil trabalho de desenhar a rede perfeita. Observe, como princípio de composição, que as gregas, para serem perfeitas nos entrelaçamentos, devem ser estudadas sobre números ímpares de espaçamentos. O último exemplo da estampa VIII mostra a combinação de uma faixa dupla com a simples numa grega.

#### 78 — Entrelaçados e traço de força.

Nas gregas e meandros vê-se a indicação de entrelaçado, isto é, o cuidado de indicar a passagem das faixas, ora sobre uma, ora sobre outra, como se compuzessemos uma tecelagem. E' um efeito decorativo, nem sempre obrigatório, e

com o objetivo de obter a ilusão do relevo. Ainda na figura relativa às gregas e meandros encontraremos o emprêgo de um recurso de objetivo idêntico, o *traço de força*. Admitida a idéia de serem as faixas de papelão ou madeira coladas sobre uma placa e, também, admitida a existência de uma fonte luminosa colocada à esquerda, haveria sombras projetadas pelo relevo da faixa sobre o plano.

As faces do relevo voltadas para o lado da *luz*, isto é, da *fonte luminosa* não apresentarão sombras, porém, aquelas que estiverem voltadas para o lado contrário terão suas sombras projetadas sobre o plano.

Assim, as arestas que definem as posições das faces em sombra terão traços reforçados conforme se vê na estampa VII. Si tiver dificuldade em compreender a explicação, (coisa aliás natural, porque não estudou sombras, em desenho) faça a seguinte observação: coloque sobre uma folha de papel branco, estendida sobre uma mesa e próximo de uma janela, um livro de pouca espessura ou um ladrilho. Procure rodar a superfície do papel até que as sombras de duas faces laterais do objeto sejam visíveis. Verá que as outras faces não projetarão sombras porque estão iluminadas. Então, as superfícies que estão voltadas para lados contrários da luz ou da fonte luminosa, que é a janela neste caso, projetam sombra.

O *traço de força* corresponde à *faixa de sombra projetada* sobre o plano. Nas aplicações do traço de força admite-se, convencionalmente, que a luz incide a 45°, da esquerda para a direita e do alto para baixo, conforme vê nos dois exemplos citados.

#### 79 — Sistemas ornamentais em redes de malhas oblíquas

Das redes oblíquas o exemplo mais simples é o da malha rômica ou em losangos, conforme se encontra nos dois primeiros exemplos da estampa XII. Observe que a repetição do triângulo isósceles com duas orientações também produz essa rede, conforme se vê na estampa XI. O motivo tanto pode ser estudado no triângulo como no losango. O *painel decorativo* poderá conservar a rede visível como se vê na estampa XII ou oculta pela ligação dos motivos padrões ou, ainda, pela junção dos campos sem decoração, como os exemplos da estampa XI.

#### 80 — Sistemas ornamentais em redes de malhas compostas

Na composição das redes encontra-se, muita vez, oportunidade de variações. Assim, quando se usa a rede hexagonal é possível combiná-la com a rômica, desde que não se opere a justaposição de todos os lados do hexágono, conforme se vê no 1.º exemplo da fig. 51. Na composição da rede pentagonal, se-

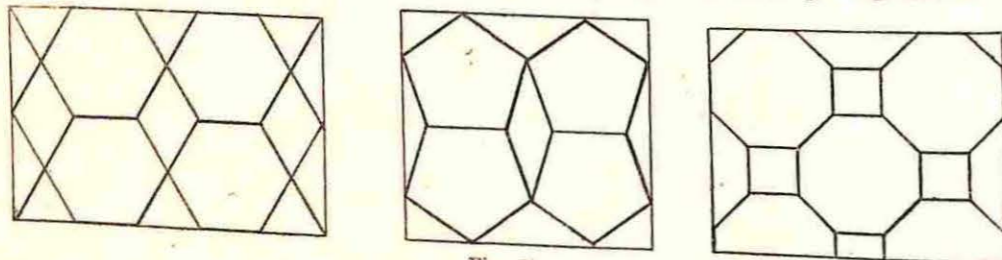


Fig. 51

gundo exemplo da mesma figura, vê-se que o losango é a figura derivada da justaposição dos pentágonos. No terceiro exemplo nota-se o quadrado como figura que resulta da justaposição dos octógonos. Nestas condições as redes dei-

xam de ser simples para apresentarem essa característica de redes compostas. Outras redes de malhas compostas podem ser construídas, porém, seu estudo obriga a outros conhecimentos que somente aparecerão no segundo ano de desenho.

#### 81 — Polígonos estrelados e rosáceas

No capítulo V, estudamos o traçado dos polígonos convexos e estrelados. Esses polígonos têm uma grande aplicação nos motivos decorativos e sistemas ornamentais. As composições da estampa XIV evidenciam algumas dessas possibilidades de aproveitamento decorativo das poligonais fechadas.

As rosáceas são motivos decorativos geométricos obtidos sobre o mesmo diagrama dos polígonos estrelados ou convexos. A designação de rosáceas provém da disposição das pontas à maneira de pétalas. Por extensão usa-se, também, essa expressão para os motivos decorativos compostos com vários estrelados superpostos ou entrelaçados. A estampa XIV evidencia cinco traçados diversos de rosáceas, combinações de linhas retas e curvas, umas em faixa contínua e outras em faixas de larguras diferentes, todas entrelaçadas.

#### EXERCÍCIOS

- 1—Escolha um motivo e componha um sistema de repetição em friso.
- 2—Escolha dois motivos e componha um sistema de alternância.
- 3—Componha um sistema ornamental de alternância em friso.
- 4—Componha um sistema ornamental de alternância em painel.
- 5—Composição de estrelados de nove vértices combinado com triângulos; combinações de faixas de duas larguras e entrelaçadas.
- 6—Composição de estrelados de 6 vértices combinado com rosácea de 12 pétalas, substituindo os segmentos retilíneos por curvilíneos. Combinações de faixas.
- 7—Componha um painel em rede rômica.
- 8—Componha um painel em rede quadrada.
- 9—Componha um painel em rede hexagonal.
- 10—Componha um painel em rede pentagonal.

## CAPÍTULO XII

## Aplicações decorativas

82 — As composições decorativas com linhas geométricas têm inúmeras aplicações na vida prática. A cada passo encontrámo-las nos objetos de uso comum, nos tecidos da nossa indumentária, nos papeis para usos diversos, nas decorações dos interiores e até nas joias e ornamentos do vestuário.

Na quinta e sexta ordens da estampa X há duas composições simples em triângulos e círculos. A primeira com um triângulo escaleno para diagrama. O triângulo repete-se no friso seguindo uma orientação longitudinal. A subdivisão do triângulo em dois outros e a aplicação da cor em três tonalidades nos dá a impressão de paralelogramos que se sucedem. A aplicação em painel pela repetição do motivo variando a posição dos vértices apresenta outro aspecto decorativo. Note como, depois de colorido, a repetição nos dá a idéia de uma sucessão de prismas de base triangular superpostos. A segunda composição, que se acha à direita, deriva de um diagrama de dois semicírculos que se cortam e se repetem com uma orientação longitudinal. O afastamento dos eixos de repetição é arbitrário o que permite efeitos diversos. Na parte colorida nota-se o aproveitamento do diagrama para efeito diferente. No painel o diagrama é visível, porém, a forma circular foi disfarçada com os entrelaçados a maneira de um laço búlgaro.

83 — A estampa XI indica duas aplicações de redes triangulares equiláteras uma em paralelogramo e outra em trapézio. O diagrama da primeira mostra a combinação de quadriláteros no interior do triângulo aproveitando a posição das figuras para um exemplo de *superposição*. O colorido com quatro tonalidades de verde ressalta o efeito da superposição das figuras. Observe que a composição em violeta que se acha ao lado resulta do mesmo diagrama. Os segmentos retílineos foram substituídos pelos curvilíneos. Note como os efeitos variam com uma simples substituição. Em ambos os exemplos o emprego das cores evidencia o que se chama em composição decorativa *harmonia de cores análogas*. Empregando as várias tonalidades de duas ou mais cores obtem-se efeitos de *colorido suave*.

O terceiro exemplo é uma sucessão de círculos com dois outros círculos interiores, tendo os centros sobre os lados de uma rede em paralelogramo. A aplicação no friso deixa perceber a rede, porém o painel oculta-a. As cores empregadas evidenciam os chamados *contrastos*. Observe que o castanho do friso e o verde do painel rompem o equilíbrio das outras cores. É um recurso de arte decorativa cujos efeitos brilhantes dependem de bom gosto e aplicação inteligente das cores.

O quarto exemplo apresenta uma rede trapezoidal. Observe que esta rede decorre da triangular e constrói a losangonal ou hexagonal como pode ver no diagrama que se acha no friso. Assim sendo, o motivo tipo tanto pode ser estudado no triângulo, como no losango, no trapézio ou no hexágono. Se há o propósito de realçar o trapézio o motivo pode ser estudado conforme vê no diagrama. Pode, porém, a rede ser velada conforme a solução que se acha no painel. Verifique as redes visíveis auxiliando o efeito decorativo nos exemplos da estampa XII. Como nem sempre é objetivo da composição decorativa evidenciar a rede construtiva, porém, obter por meio dela um bom efeito decorativo, o recurso é exato como aplicação dos princípios estabelecidos.

84 — A estampa XIII apresenta aplicações de redes retangulares, as mais empregadas e nem sempre bem estudadas. Os exemplos inseridos têm o objetivo principal de evidenciar quais as linhas que devem ser aproveitadas nessas redes, isto é, as diagonais do retângulo e as hipotenusas dos triângulos retângulos construídos no interior do retângulo. Com esses diagramas há uma infinidade de construções geométricas equilibradas que permitem efeitos surpreendentes. Os que se acham expostos dão nitidamente uma idéia das possibilidades. Observe como os mesmos desenhos dos frisos serviram para os painéis e no entanto os efeitos são diversos, já pela aplicação das cores, já pela disposição do motivo invertido na sua posição ou deslocado paralelamente em cada repetição. Note nos dois painéis superiores um efeito de *contraste* e outro de *harmonia de cores análogas*.

85 — A estampa XV exemplifica o emprego das redes hexagonais e pentagonais. Os da esquerda mostram as aplicações hexagonais. No superior o motivo do tipo é um trecho triangular da bandeira brasileira. A repetição do motivo no interior da rede hexagonal compõe o motivo que foi aplicado em painel. Observe como a rede hexagonal constrói dois motivos diversos. O inferior é exemplo da rede hexagonal combinada com a rômica. Observe que essa rede resulta da justaposição de dois lados opostos do hexágono em vez da justaposição de todos os lados como na rede superior. Nestas condições a composição deriva da combinação do hexágono com o losango.

Os exemplos da esquerda são de redes pentagonais. Reflita que não é possível conseguir a rede pentagonal pela justaposição de todos os lados como sucede com o hexágono. Assim, toda rede pentagonal possui um losango de junção. Observe que num exemplo a rede é visível e no outro está oculta. Em todos os exemplos desta estampa os efeitos coloridos evidenciam as imensas possibilidades da composição decorativa.

86 — Deve ter notado que falamos vagamente acerca do emprego das cores. Chamamos a atenção para os efeitos decorativos resultantes dos *contrastos* e das *harmonias de cores análogas*. A razão é a seguinte: durante o primeiro ano os exercícios de cores devem constituir experiências orientadas pelos professores. A aplicação de cores aproximadas nas suas tonalidades ou em tonalidades diversas servem para as primeiras tentativas. A tendência espontânea de todos aqueles que iniciam o emprego da coloração é usar cores intensas, no máximo das suas gamas. As experiências de combinações estabelecendo os contrastes em cores brilhantes e cores sombrias vai pouco a pouco modificando a conduta espontânea, preparando, destarte, um terreno propício ao estudo científico da combinação de cores que deve ser iniciado no segundo ano.



No 4.º quadrante encontramos: uma estrela de 3.ª grandeza que completa a constelação do "Cruzeiro do Sul", tendo o centro localizado ao meio do afastamento entre a 2.ª e 3.ª abcissas e a  $\frac{1}{3}$  do afastamento entre a 1.ª e a 2.ª ordenadas; três estrelas de 3.ª grandeza da constelação do "Triângulo Austral", cujos centros se acham, respectivamente, um na intersecção da 5.ª abcissa com a 2.ª ordenada, outro na intersecção da 5.ª abcissa com a 3.ª ordenada e o 3.º ao meio do afastamento entre a 6.ª e a 7.ª abcissas e ao meio do afastamento entre a 2.ª e a 3.ª ordenadas e, finalmente, a constelação do "Escorpião", com a estrela *Antares*, de 1.ª grandeza, com o centro situado na intersecção da 3.ª abcissa com a 7.ª ordenada; uma estrela de 2.ª grandeza com o centro localizado na intersecção da 3.ª abcissa com a 8.ª ordenada e seis estrelas de 3.ª grandeza com os centros, respectivamente; 1.ª, na intersecção da 4.ª abcissa com a 7.ª ordenada; 2.ª, ao meio do afastamento entre a 4.ª e 5.ª abcissas e ao meio do afastamento entre a 6.ª e a 7.ª ordenada; 3.ª, sobre a 5.ª abcissa e a  $\frac{2}{3}$  do afastamento entre a 5.ª e 6.ª ordenadas; 4.ª, a  $\frac{1}{3}$  do afastamento entre a 5.ª e 6.ª abcissas e sobre a 5.ª ordenada; 5.ª, sobre a 6.ª abcissa e a  $\frac{2}{3}$  do afastamento entre a 4.ª e a 5.ª ordenada; 6.ª, a  $\frac{3}{4}$  do afastamento entre a 6.ª e 7.ª abcissas e a  $\frac{3}{4}$  do afastamento entre a 4.ª e 5.ª ordenada.

Uma vez traçados os círculos cujos diâmetros variam de acôrdo com as grandezas das estrelas, conforme já ficou dito, traçam-se os estrelados regulares de cinco pontas tendo o cuidado de orientar uma das pontas na direção da mediana menor do retângulo da bandeira.

91 — As côres do pavilhão nacional, de acôrdo com o especificado no decreto n. 4, de 19 de Dezembro de 1889, são as "antigas côres nacionais", isto é, as das bandeiras do império. Nestas as côres são as seguintes: losango em cádmium escuro (côr da superfície do ouro polido) sobre campo verde (verde inglês n. 3), tendo a esfera celeste em azul ultramarino, atravessada por zona branca com letras verdes e ponteados com estrelas brancas.

A estampa colorida orienta quanto aos tons das côres indicadas e é fácil verificar que nas bandeiras atuais houve uma mudança de valores cromáticos. A indústria dos tecidos para bandeiras foi pouco a pouco modificando êsses valores e não houve exigências administrativas que impedissem essa deturpação. Hoje o verde é uma mistura de verde crômio com o veronês, o amarelo é de cádmium brilhante e o azul é de ultramar e não o ultramarino, que êste resulta da composição daquêle com o azul de cobalto.

Todos quantos costumam levar alunos aos museus sabem que êles notam diferenças de coloração e perguntam porque foram mudadas as côres se o decreto manteve a "tradição das antigas côres nacionais".

## TERCEIRA PARTE

## Desenho do Natural

## CAPÍTULO XIII

## Generalidades. Método. Lei de convergência

92 — Desenhar do natural é a operação que consiste em representar, gráficamente, as cousas como vemos.

À simples vista parece que nada mais temos a fazer do que olhar um ou mais objetos e com o lapis ou outro qualquer instrumento repetir o que vemos. Na realidade é o que devemos fazer, pois, êsse é o meio único de que dispomos, porém, não podemos reproduzir sem saber *como vemos* ou *o que vemos*, logo, precisamos de um *método* que nos conduza à realização das operações. Examinemos a questão do "*como se vê*", antes de apresentarmos um método.

93 — Os objetos ou as cousas que vemos se apresentam à nossa vista com formas características que são discriminadas segundo uma classificação geométrica. Distinguimos as formas retangulares das triangulares e estas das curvilíneas através o exame visual e a compreensão das características específicas de cada figura. Todavia, as formas nem sempre se apresentam à nossa vista como realmente o são, salvo casos especiais, como veremos. Ora, se as formas não se apresentam *tais como são* e *sim como vemos*, quer isto dizer que há *deformações aparentes*; logo, para representá-las é necessário observar tais modificações.

Realmente, se olharmos um hexágono regular, um retângulo e um círculo, conforme se vê na fig. 1 da estampa XVII, não notamos as deformações acentuadas da fig. 2.

Ambas as fotografias são das mesmas figuras geométricas e, no entanto, comparando as formas da primeira com as da segunda figura notamos que o círculo na segunda é uma oval irregular; que o retângulo se apresenta como trapézio e, finalmente, o hexágono regular se modifica num outro irregular. Houve então uma *deformação aparente*. A que atribuímos essas modificações?

Inicialmente, quem observa alguma coisa acha-se colocado num ponto para apreciá-la, logo, está colocado num *ponto de vista*, que também se chama *plano de observação*. Ponto, quando reduzido ao olho do observador, plano, quando se considera um plano que passa pelo ponto de vista. Na primeira posição (fig. 1), o observador colocou-se *em frente e ao meio* do plano no qual se acham

as figuras; viu-as, assim, num plano de frente, isto é, plano paralelo ao seu plano de observação. Na segunda posição (fig. 2), colocou-se à esquerda do plano no qual se acham as referidas figuras e assim esse plano ficou oblíquo com relação ao seu plano de observação.

Então podemos concluir que não há deformação aparente, quando as formas estão de frente, isto é, colocadas paralelamente ao plano de observação, e que há deformações aparentes quando as formas ocuparem posições oblíquas com relação ao plano de observação.

Efetivamente, quando me sitúo no passeio de uma rua de nível (fig. 1 da estampa XVIII), e olho perpendicularmente sobre o lado oposto da rua vejo os alinhamentos das calçadas, passeios, canteiros e postes, como linhas paralelas entre si e paralelas ao alinhamento das casas. Mas se operar uma rotação de noventa graus e olhar a rua na direção da sua extensão verifico (fig. 2 da estampa XVIII), que todos aqueles alinhamentos deixam de ser paralelos para formar um feixe de retas convergentes. Não há dúvida sobre a largura do caminho que é sempre a mesma, porque os alinhamentos são paralelos. Mas se observo essa mesma largura em frente à segunda escada, e, ainda, no fim do caminho, verifico uma aparente diminuição dessa medida, e, assim, todas as dimensões se modificam, aparentemente. A esse fenômeno da deformação aparente das formas, produzido pelo mecanismo da nossa visão, denomina-se perspectiva.

Para desenhar, ou melhor, para reproduzir o que vemos é necessário considerar a existência da perspectiva e, portanto, reproduzir as couhas como vemos e não como realmente são (1).

94 — Como realizar essa operação?

Façamos algumas experiências de observação para verificarmos as possibilidades de organização de um método.

1.<sup>a</sup> Experiência.

a — Coloque um caixote sobre uma mesa (fig. 52) e situe-se em frente e ao meio da face quadrada — (Dê preferência a uma face quadrada para a 1.<sup>a</sup> observação).

b — Prema uma régua na mão como indica a figura citada.

c — Estenda o braço, completamente, e coloque a régua paralela ao plano de observação.

d — Feche um olho; coloque a régua em posição vertical; dirija a régua para o lado da aresta AB e procure a coincidência da alidade (2) com essa aresta.

e — Faça coincidir o zero da escala com o ponto A.

f — Corra o polegar pela alidade até que a unha alcance o ponto B da aresta.

(1) Para compreensão mais extensa desse assunto vide o cap. I, pag. 29, do livro "Desenho ao alcance de todos", de F. Nerêo de Sampaio. Edição da Companhia Editora Nacional de S. Paulo.

(2) Bordo graduado da régua.

g — Verifique se o zero da escala e a unha do polegar estão coincidindo com os extremos da aresta AB.

h — Leia na escala a medida em milímetros (1).

i — Faça a mesma operação para CD e verifique se a medida é a mesma.

j — Escreva no papel, ao alto e à direita, o número que indica a medida observada precedido da letra A (altura)  $A = 0,050$ .

2.<sup>a</sup> Experiência.

a — Repita a operação da letra g da 1.<sup>a</sup> Experiência.

b — Flexione um pouco o braço de modo que a régua se aproxime dos olhos e faça nova observação das medidas AB e CD e verifique a diminuição das extensões observadas.

c — Flexione mais um pouco o braço, repita as observações e note que as medidas das arestas observadas continuam a diminuir.

d — Estenda completamente o braço e avance com o busto. Observe que as medidas aumentam desde que se aproxime do modelo.

Há, então, uma variação expressa pela seguinte lei: *as medidas observadas diminuem a medida que se aproximam dos olhos, e, inversamente, aumentam à medida que se aproximam das extensões reais.* É preciso, portanto, para estabelecer relações, escolher uma posição tal que permita a observação das medidas no mesmo plano. Essa é a razão pela qual se pede que, escolhido o ponto de vista, isto é, o local de onde se observa, se estenda o braço completamente. Assim, não incidiremos nos erros grosseiros de medidas observadas em planos diferentes (2).

3.<sup>a</sup> Experiência.

a — Ajuste a medida de 0,05 à observação da aresta AB, conforme a letra g da 1.<sup>a</sup> experiência.

(1) Procure: leitura da escala, § 6.

(2) Veja, para maiores esclarecimentos, o capítulo I, pág. 37, do livro "Desenho ao alcance de todos", de F. Nerêo de Sampaio. Cia. Editora Nacional. S. Paulo.

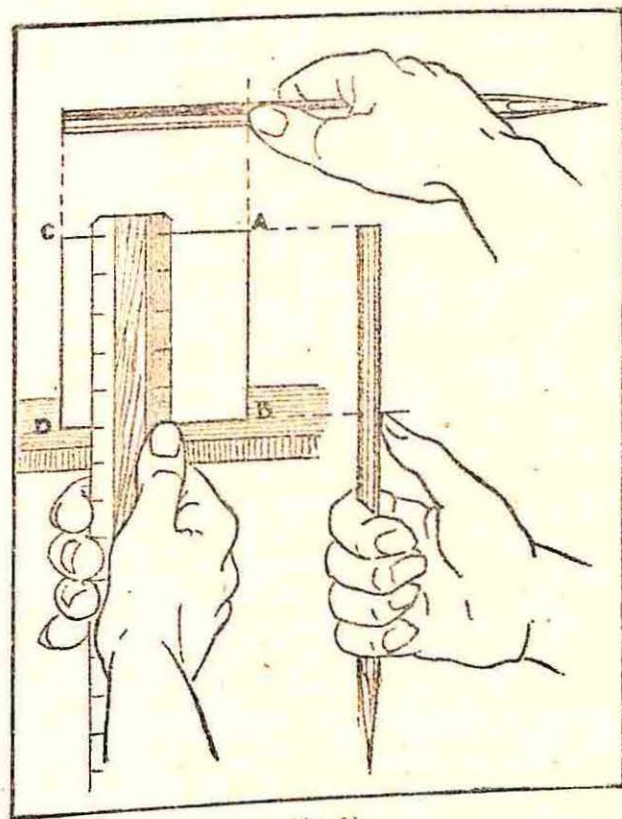


Fig. 52

b — Quando a medida marcada na régua coincidir com a da aresta faça uma rotação com a mão de modo a colocar a régua em posição horizontal!

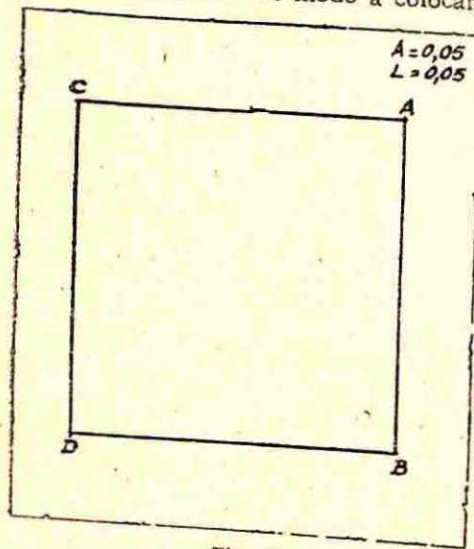


Fig. 53

c — Observe, nesse momento, que a medida de CA ou DB é a mesma, isto é, 0,050.

d — Anote, tal como fez para AB, letra *j* da 1.<sup>a</sup> experiência, L (largura) = 0,050.

1.<sup>o</sup> Exercício (fig. 53): Trace numa folha de papel duas retas perpendiculares entre si. Sobre a considerada como vertical amplie a medida de altura observada de 3 vezes, por exemplo, e faça o mesmo com a medida de largura, colocando-a sobre a reta considerada como horizontal. O quadrado de 150 x 150 m/m (fig. 53), é uma cópia da figura observada. Cópia porque apresenta a mesma forma e com as mesmas relações entre as grandezas lineares dos lados, isto é, a largura é igual a altura.

Copiar é então repetir tal como se vê.

Pelo exposto verifica-se que já estamos organizando um método de trabalho mas, façamos outro exercício com outra série de experiências.

95 — Deixe a posição em que se achava em frente e ao meio do caixote e coloque-se agora, conforme indica a fig. 54, à direita do modelo de modo que veja duas faces laterais; a que viu de frente ficará à esquerda e a outra lateral à direita do seu ponto de vista. Fazamos observações para a face da direita CabD.

1.<sup>a</sup> Experiência.

a — Proceda pelo modo indicado no § 94 (1.<sup>a</sup> experiência), para medir a altura e a largura da face CDab.

b — Observe que a altura da aresta CD é maior do que *ab*. Anote as medidas de cada uma.

c — Observe que as arestas *Ca* e *Db* parecem inclinadas com relação à horizontal da alidade da régua, e devem ser, pois se *ab* é menor do que CD não podemos obter um retângulo.

Há, então, pelo que se observou, duas paralelas verticais com medidas diversas e duas horizontais aparentemente inclinadas que formam ângulos com aquelas verticais. Não se vê, portanto, um retângulo, porém, um trapézio, o que nos revela a existência de deformações aparentes nas extensões lineares e suas posições.

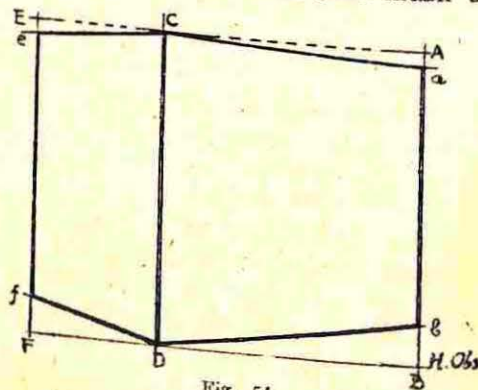


Fig. 54

2.<sup>a</sup> Experiência (fig. 54):

a — Ampliadas as medidas observadas desenhe um retângulo CABD no qual CD é a medida da aresta maior. Tenha o cuidado de localizar o retângulo ao meio do papel.

b — Segure dois esquadros na posição indicada na fig. 55, 1.<sup>a</sup> posição, de modo que duas arestas formem um ângulo de 90° ou seja um ângulo reto. Estenda os braços igualmente de sorte que os esquadros fiquem paralelos ao plano de observação. Feche um olho, para que as observações sejam mais justas, e procure a coincidência da aresta AB de um esquadro, com a aresta CD do caixote. Verifique, pela observação visual, que a aresta Db do caixote não coincide com a posição da aresta CD do outro esquadro. Ora, as faces do caixote são retangulares, logo, as arestas formam ângulos retos e os esquadros foram colocados em posição tal que formam um ângulo reto. Assim, o ângulo reto do caixote não nos aparece à vista como reto, porém, agudo. Houve, então, uma deformação aparente no ângulo porque não estamos de frente para ele. E' o que se viu, no início deste capítulo, revelado na fig. 2 da Estampa XVII.

Faça, então, o seguinte: ajustada a aresta AB do esquadro à aresta CD do caixote, levante a aresta CD do segundo esquadro até que ela coincida com a aresta Db do caixote. A fig. 55 evidencia a posição do esquadro em C<sub>1</sub>D<sub>1</sub>.

c — Transporte esse ângulo observado para o papel de modo que a aresta considerada como vertical se ajuste à vertical AB do esquadro e trace de D, vértice do ângulo CD<sub>b</sub>, a reta Db prolongando-a.

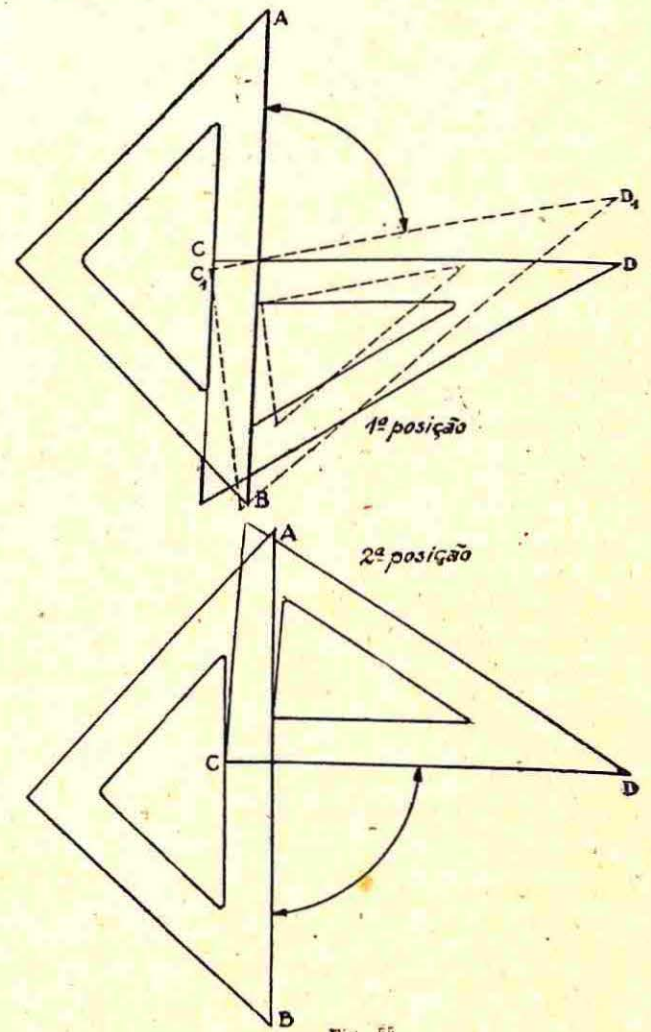


Fig. 55



d — Coloque os esquadros, conforme a 2.<sup>a</sup> posição indicada na fig. 55 e ajuste a vertical AB do esquadro com a aresta CD do modelo. Faça coincidir CD do 2.<sup>o</sup> esquadro com a aresta Ca do modelo.

e — Transporte este ângulo observado e tal como já foi indicado na letra c, ajuste o vértice do ângulo em C e trace Ca indefinida.

f — Verifique se a medida da aresta *ab*, obtida, é múltipla da medida observada (veja b da 1.<sup>a</sup> experiência) ou corresponde à medida observada e amplificada. Se a medida for diferente, faça novas observações para verificar qual dos ângulos foi mal observado. Inicialmente, haverá erros grosseiros, porque a visão dos ângulos não será perfeita. Basta considerar a situação de realização de um trabalho que nunca foi ensaiado ou experimentado para imaginar e admitir que as primeiras observações serão grosseiras. Como, porém, em cada repetição da operação adquirimos uma nova forma de observação, seja colocando melhor os esquadros ou ajustando com mais rigor os vértices e os lados, vamos, também, adquirindo experiência e, portanto, melhorando sensivelmente o nosso trabalho. Com a repetição fazemos aprendizagem e adquirimos segurança, presteza e rigor.

Realizado o desenho conforme a fig. 54 e refletindo sobre os meios e recursos empregados para obtê-lo, podemos concluir que já começamos a encontrar um método para reprodução do que vemos e tal como vemos, isto é, reproduzindo as cousas com suas deformações aparentes.

96 — Ensaieemos, então, uma exposição do método empregado.

a — Para reproduzir uma forma tal como vemos é preciso desenhar uma figura que apresente as mesmas relações de grandezas lineares e ângulos iguais aos observados do ponto de vista.

Então, reproduzir grãficamente ou desenhar do natural é representar uma figura semelhante a que vemos.

b — Quando medimos a altura da vertical CD e a largura compreendida entre as verticais AB e CD (fig. 54), achamos uma relação entre estas medidas. Quando ampliamos essas medidas para realizar o desenho multiplicamos ambas as medidas por uma constante e, assim, conservamos a relação entre elas.

Admita, porém, que no desenho a vertical CD tivesse uma medida arbitrária. A largura compreendida entre AB e CD seria determinada em função da medida arbitrária escolhida para CD e, assim, teríamos que estabelecer a relação entre as medidas. Então se CD tem 0,06 e de AB a CD há 0,045 a relação é de 3/4 e, no desenho, teria de procurar uma medida, na horizontal, que representasse 3/4 partes de AB.

Nestas condições, chego a conclusão de que ampliando ou reduzindo medidas ou, ainda, escolhendo uma medida arbitrária, devo sempre conservar as relações existentes entre as medidas observadas e as desenhadas.

A medida de altura aparente e a da largura aparente foram colocadas sobre duas linhas perpendiculares entre si formando um sistema de eixos coordenados CD e DB (1).

c — Há, entanto, duas linhas Ca, Db que estão aparentemente inclinadas e que foram observadas como lados de ângulos.

Transportados os ângulos CDb e DCa e medida a vertical *ab*, para verificar se as observações estavam certas, fizemos novas observações até que os erros grosseiros foram eliminados. Assim os pontos *a* e *b* foram colocados nos

(1) Veja no § 28 o que são eixos coordenados.

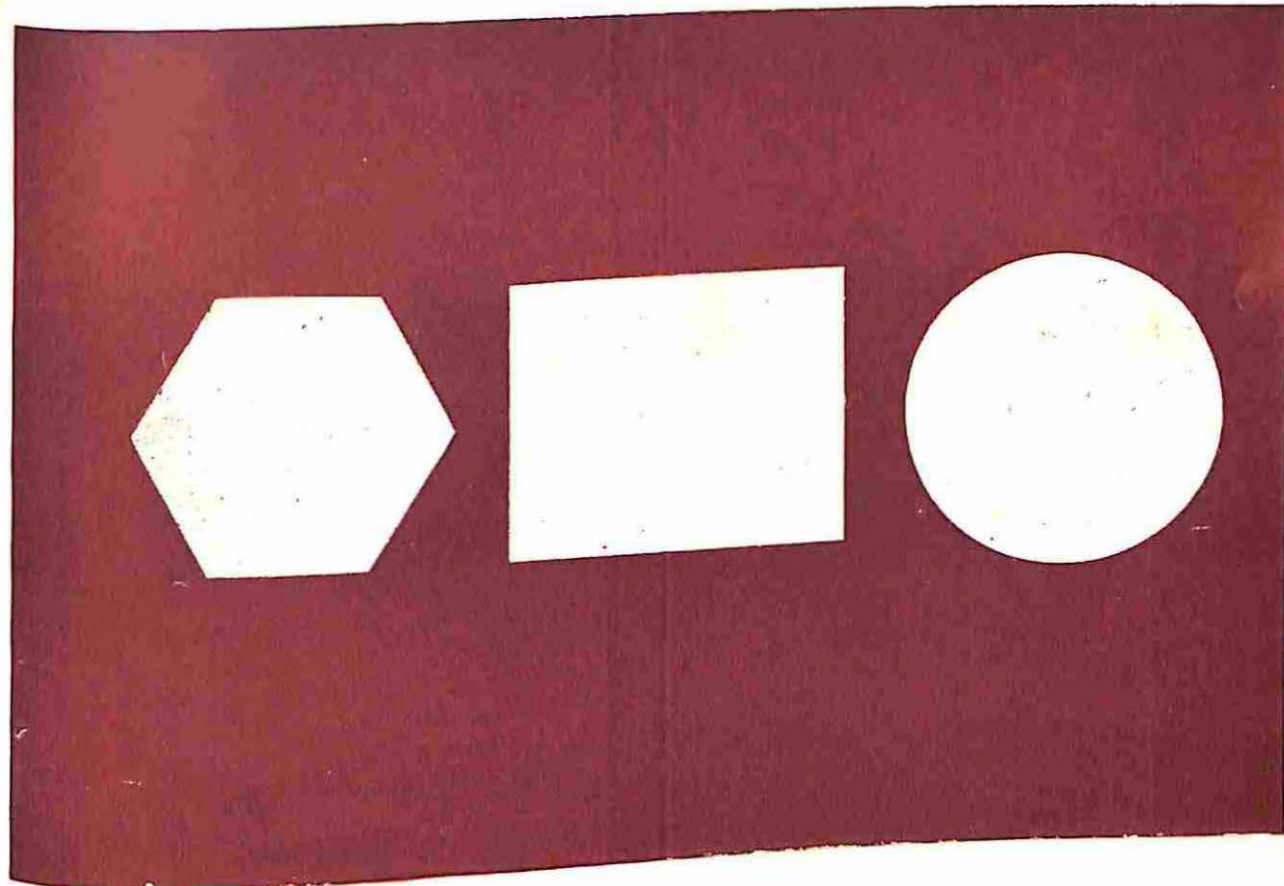


Fig. 1

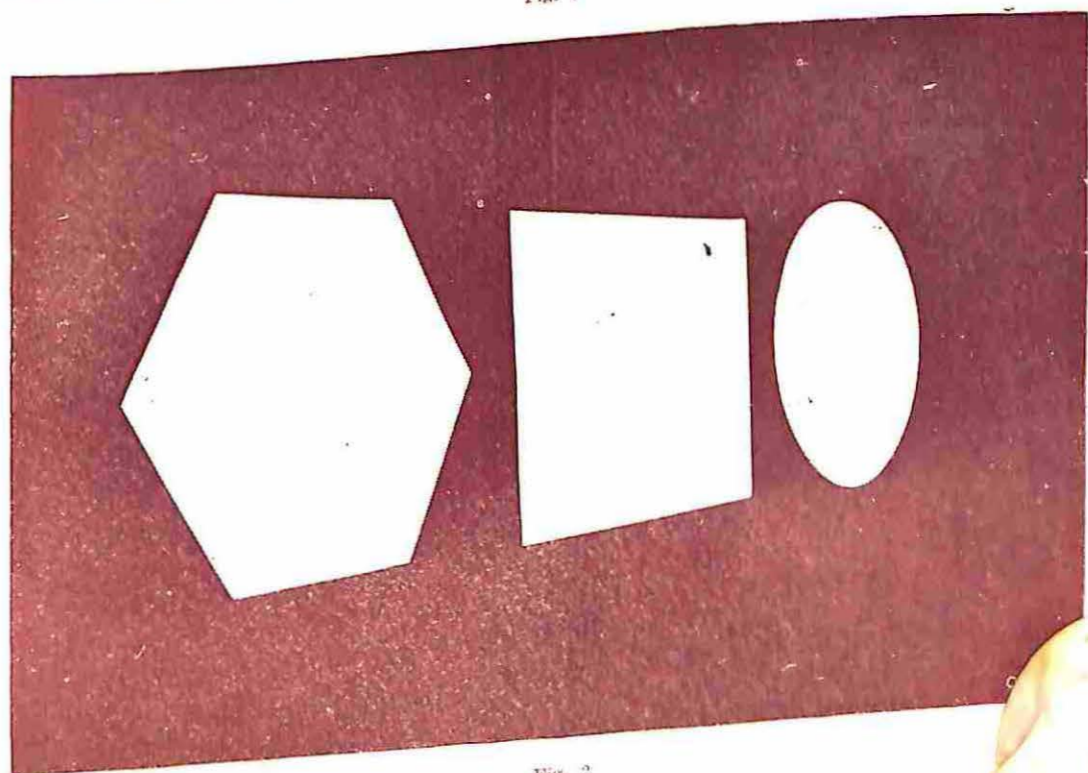


Fig. 2

ESTAMPA XVIII

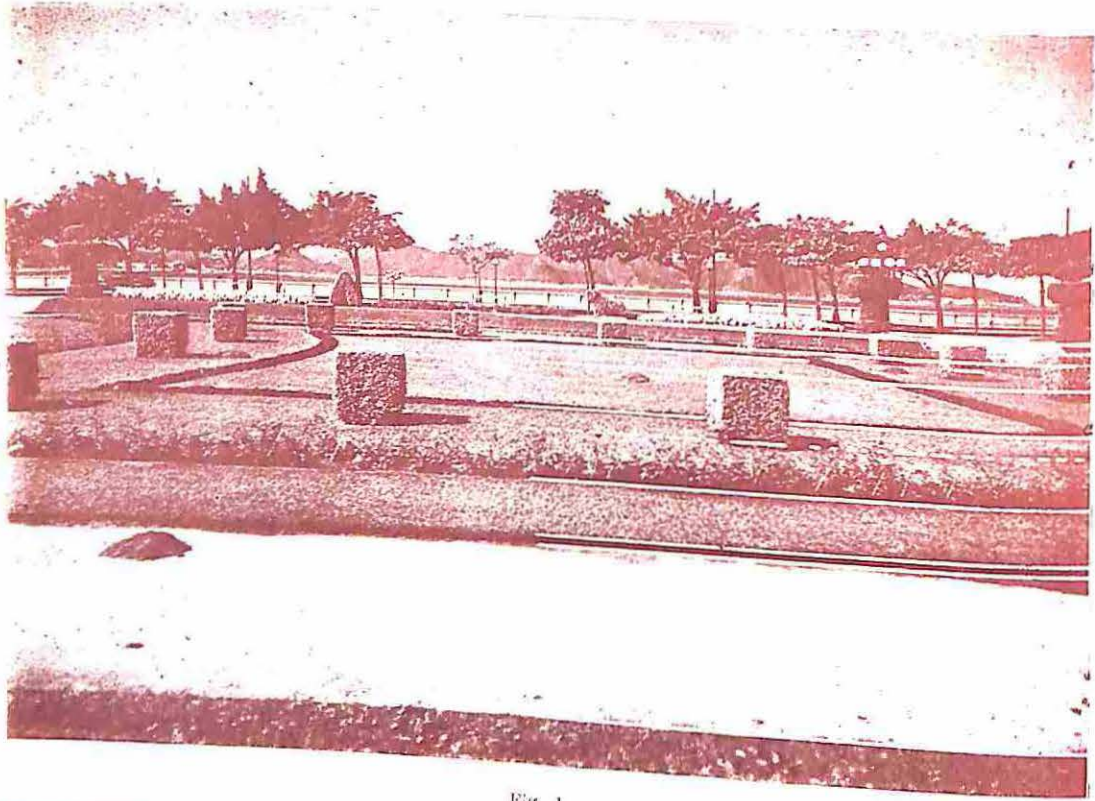
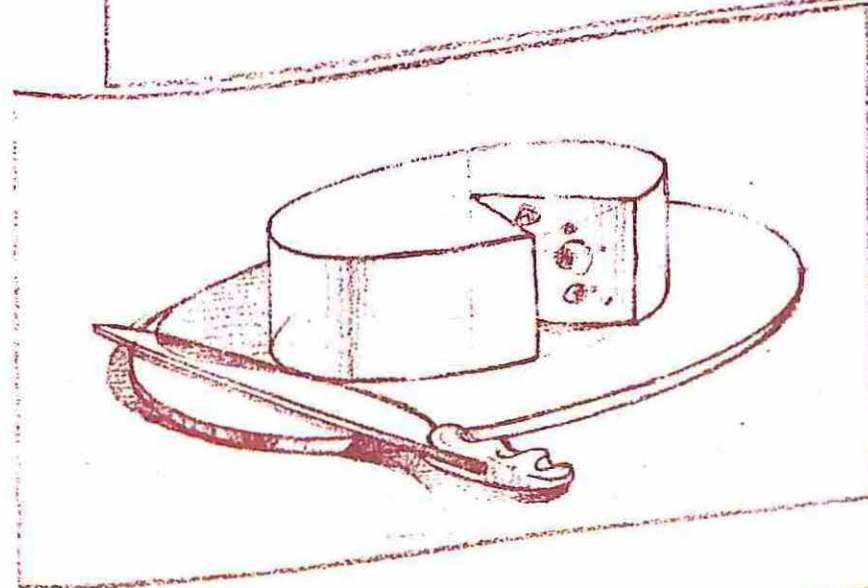
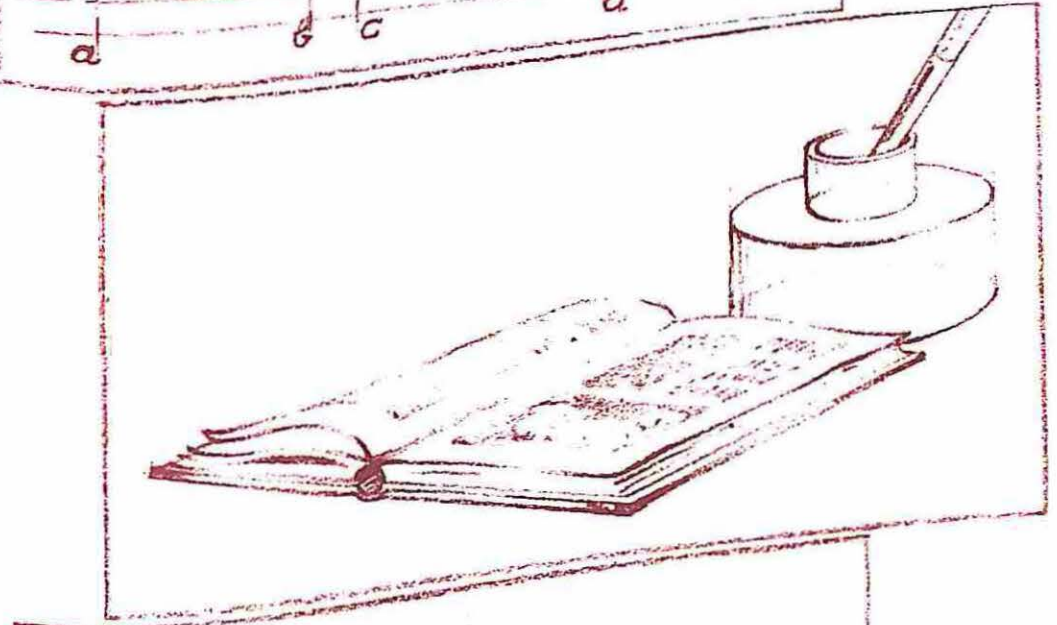
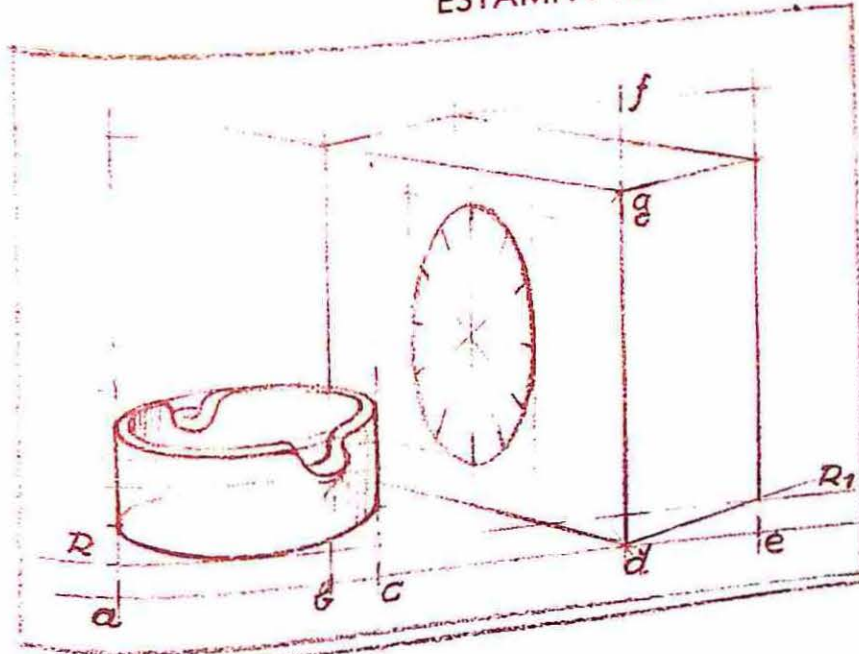


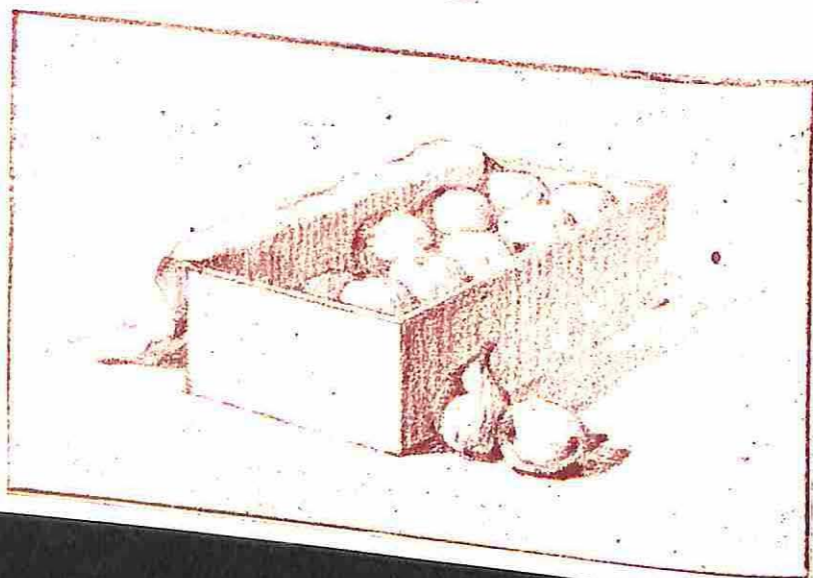
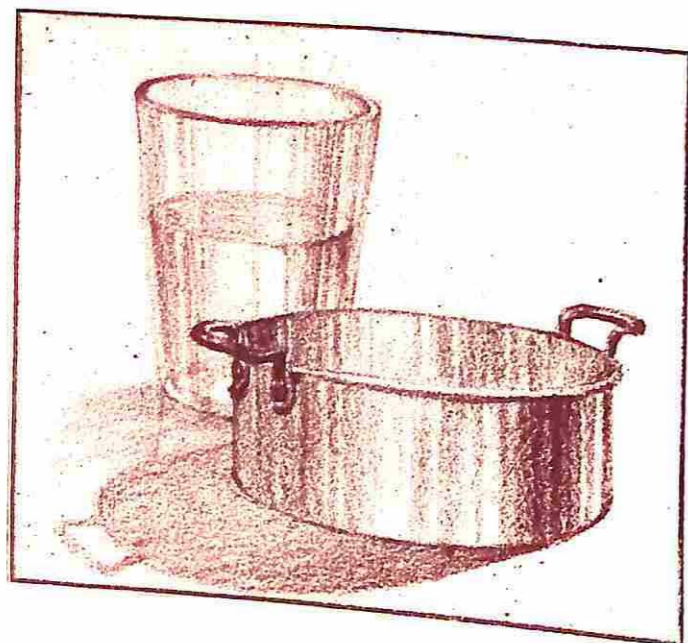
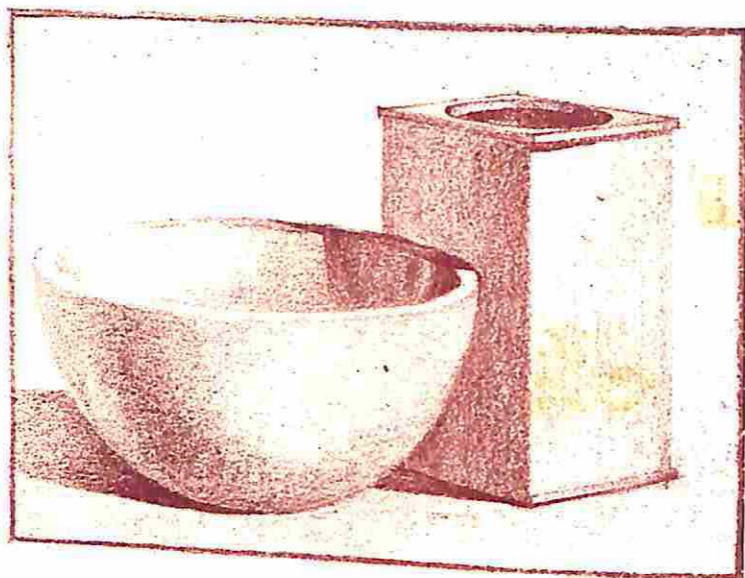
Fig. 1



Fig. 2

ESTAMPA XIX





locais convenientes porque a medida de afastamento aparente de  $b$  a  $B$  está para a medida da vertical  $ab$ , no desenho, assim, como as mesmas medidas estão na mesma razão no real. Se, pois guardarmos as mesmas relações do real reproduzimos tal como vemos.

d — Pelo exposto conclue-se que o método obtido consiste em determinar sobre um sistema de eixos perpendiculares entre si as medidas de larguras e alturas aparentes e, em seguida, transportar os ângulos diretamente da observação para o desenho, de modo a conseguir as inclinações aparentes das arestas que não se acham de frente para o plano de observação.

97 — Vejamos, portanto, se o método pode ser aplicado a outros casos mais complexos.

Coloque dois caixotes ou três tábuas em ângulos retos de modo a formar três planos como os que se vêm na fig. 56; obtenha um ponto de vista que esteja em frente a aresta  $CD$  e tenha o cuidado de verificar que a altura dos olhos fique mais ou menos ao meio da altura da aresta  $CD$ .

Submeta os trabalhos da cópia aos princípios já experimentados nos casos anteriores.

a) Observe a largura total de  $AB$  a  $GH$  com a régua em posição horizontal. Observe que a maior altura é a aresta  $CD$ , por isso considerada a dominante.

b) Trace um retângulo em que as medidas acima observadas estejam na mesma relação.

c) Observe a medida, numa horizontal, de  $AB$  a  $CD$ , amplie a medida pela mesma constante que escolheu para ampliar as medidas do retângulo inicial e trace a vertical  $CD'$ .

d) Observe a medida, numa horizontal, de  $AB$  até  $ef$ , amplie e trace a vertical  $EF$ .

e) Observe a medida de  $EF$  a  $GH$ , amplie e verifique se concorda com o último espaço restante ou se o erro é menor de  $1/50$ .

f) Observe que sendo a aresta  $CD$  a maior de todas, o que determinou a altura total, ela está determinada.

g) Observe que a medida das demais arestas, menores que  $CD$  devem ser determinadas pela observação dos lados dos ângulos, pois, todas as horizontais sofreram deformação aparente.

h) Observe os ângulos cujos vértices se acham em  $C$  e  $D$ . Por meio deles obterá as medidas das arestas verticais  $ab$  e  $ef$  que precisam ser verificadas pelas medidas de observação, como prova real, isto é, para se certificar da exatidão das medidas observadas e ângulos transportados.

i) Observe os ângulos cujos vértices se acham em  $e$  e  $f$  para determinar  $gh$ .

j) Verifique se a medida  $gh$  coincide com a medida observada, como prova real, tal como fez para  $ab$  e  $ef$ .

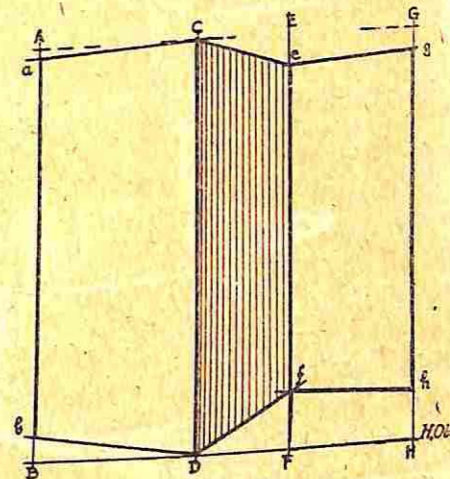


Fig. 56

Pelo observado verifica-se que o método serviu às necessidades das marcações podendo, por isso, ser aceito.

98 — Quais as vantagens desse método?

Para os que iniciam a cópia do natural a maior dificuldade está na compreensão da perspectiva.

Efetivamente o problema é complexo. Basta pensar nas dificuldades que todos encontram na representação dos planos em suas prováveis posições, para avaliar a complexidade das marcações em desenho.

O método proposto apresenta a vantagem de indicar as operações que devem ser feitas para conseguir a resolução do problema pelo caminho direito, isto é, associando os traçados geométricos às observações do natural e conduzindo as operações por meio de raciocínio. Os processos antiquados do "mais ou menos para ver como fica" não educam porque não apresentam sistemas lógicos nas operações. Os processos de ensaios e erros são úteis quando orientados por técnica que evidencia os erros.

Com o método proposto o aluno irá, pouco a pouco, conhecendo todos os recursos empregados para vencer dificuldades, adquirindo, assim, numa aprendizagem suave, porém, certa, o hábito de desenhar observando, isto é, raciocinando. E há mais: os estudos conduzirão ao conhecimento da *perspectiva de observação* que é a *chave do desenho do natural*. Com esse método iremos, pouco a pouco, verificando as *ilusões que possuíamos* acêrca das representações do espaço e compreendendo que *desenho a olho*, isto é, *olhando sem medir* só é possível *quando adquirimos o hábito de medir e comparar mentalmente*.

Todo desenhista hábil sabe desenhar a olho e até de imaginação porque já possui o conhecimento das deformações aparentes e pode, portanto, imaginar as posições das formas. Como vê, é questão dependente de estudo e não de aptidão.

Até hoje não se conhece na história da humanidade nenhum caso de aptidão que tivesse feito um indivíduo desenhar certo sem observação, experiência adquirida e estudo. Os que afirmam tal coisa são ingênuos que tanto acreditam em lendas como em pomadas.

Há desvantagens nesse método?

Sim. Como todos os métodos, se apresenta vantagens, também apresentará desvantagens. Uma pelo menos, existe que pode ser destruída.

Os que se habituam aos traçados pela perspectiva de observação confiam de tal modo no método que não se dão ao trabalho de comparar os elementos do desenho com os do modelo e criam, assim o hábito de reproduzir sem comparar. Hábito semelhante encontramos naqueles que, calculando, e sabendo que não erram em cálculo, confiam nos resultados sem fazer verificações ou, ao menos, comparar, a grosso modo, os resultados para verificar se houve erro, pelo menos, na colocação das vírgulas, o que modifica valores para mais ou para menos.

É conveniente pois, *observar*, mas também *comparar* para *educar a atenção* durante as observações.

## EXERCÍCIOS

Faça outros exercícios colocando sua pasta de desenhos em várias posições conforme vê nas sugestões indicadas na fig. 57.

99 — A medida que for compreendendo os traçados procure fazer, apenas, as marcações principais com os instrumentos, realizando o restante a mão livre.

Num desenho, as duas primeiras linhas, a horizontal e a vertical, que servem ao sistema de eixos coordenados devem ser traçadas com instrumentos para ficarem certas. As demais podem ser traçadas a mão livre. Assim, irá, pouco a pouco, se libertando dos instrumentos para os traçados. *Aqueles que possuem*

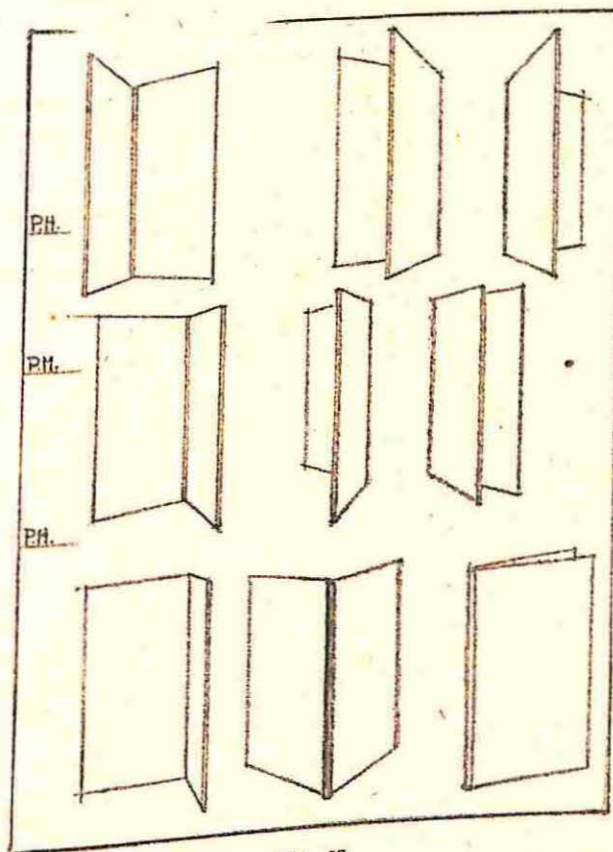


Fig. 57

*experiência* não usam instrumentos de observação e de traçado, resolvem todas as operações a mão livre, medindo e comparando com o lapis ou fusain quando têm dúvida.

100 — *Exercícios para novas observações.*

Coloque uma caixa ou mesmo um sólido prismático na posição indicada pela fig. 58 de sorte que veja duas faces laterais, uma bem mais do que a outra, e um pouco da face superior.





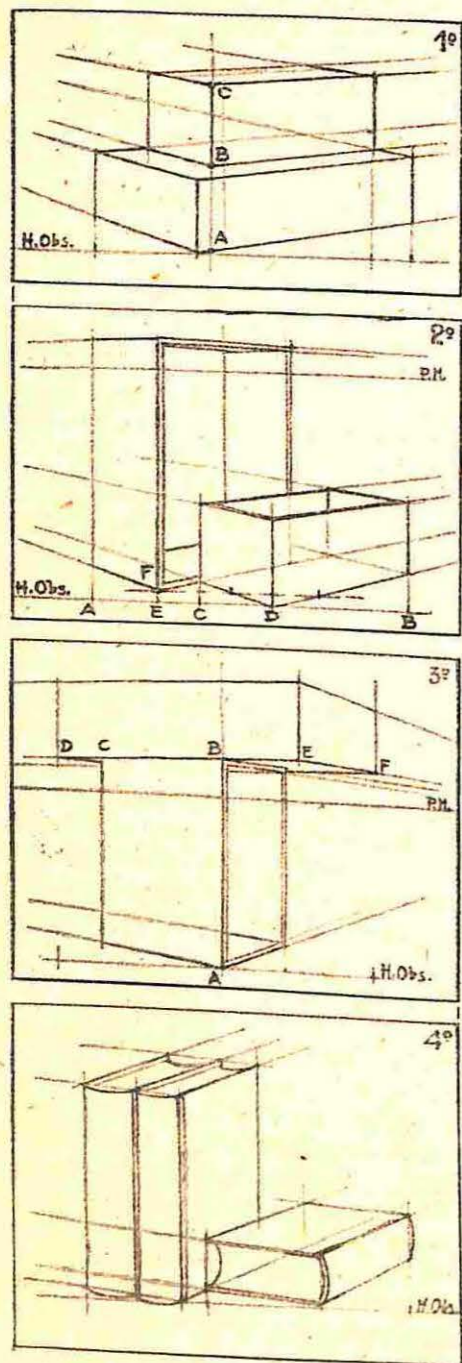


Fig. 61

se aproxime das formas prismáticas. Procure o prisma que o define geometricamente e, em seguida, complete, sem medidas, apenas por observação, os detalhes. Raciocinando sobre as posições em que se acham as linhas e os planos de-

superior. Comece pela caixa que tem a dominante sobre a horizontal de observação, depois de ter observado a largura total AB e determinado BC. Fixado D e a dominante, trace a primeira caixa. Determine a dominante E da segunda caixa pela observação da largura EB e a posição de F, que se acha afastado da H. de Obs., por meio de uma régua em posição horizontal para observar como essa horizontal corta as duas arestas da base da primeira caixa e a dominante. Repetindo, no desenho, a posição tal como observou determinará a posição de F.

3.º exercício — Superponha a caixa maior sobre a menor de sorte que o P. H. esteja abaixo da face inferior. Comece pela caixa inferior. Como a face lateral esquerda da caixa superior está no mesmo plano daquela da caixa inferior, prolongue a aresta BC. Com observações de largura a partir de B determine as posições das arestas verticais de D, E e F. D e F ficarão nas intersecções dos prolongamentos de CB e F na direção do lado do ângulo que for observado com a dominante E da caixa. Verifique se os dois sistemas convergentes estão aproximadamente certos.

4.º exercício — Disponha três livros conforme vê na figura. Opere como se fossem caixas prismáticas. Não se preocupe de início como as superfícies curvas das lombadas da encadernação nem das brochuras das páginas. Considere, apenas, planos verticais e horizontais. Quando os prismas estiverem indicados, observe, com cuidado, as curvas das lombadas e brochuras para completar as formas. Este é o processo que deve adotar, sempre, para desenhar qualquer objeto que

## CAPÍTULO XV

## Técnicas de acabamento

105 — O desenho do natural compreende duas fases distintas. A *marcação* e o *acabamento*. A primeira constitui a série de observações descritas até o § 104. Por meio da marcação situamos todas as linhas visíveis que interessam à reprodução do que vemos e com o cuidado de conservar as relações entre as grandezas lineares observadas.

Esse trabalho, todavia, não nos dará a impressão das várias intensidades da luz sobre as faces do modelo, não evidenciará o colorido, enfim, não nos trará a ilusão do relêvo. A operação de preparar os efeitos ilusórios, aproximando a representação da realidade é que se chama *acabamento*. Os *acabamentos* podem ser feitos a lapis ou tintas, ser monocromáticos ou policromáticos, tudo dependendo do fim que se tem em vista. Por ora, devemos fazer policromias e mais tarde monocromias a carvão ou *crayon*.

106 — Na primeira série é aconselhável o estudo dos valores cromáticos com os lapis de massa colorida. A razão é simples, mas, requer explicação porque o assunto é controverso. Para um iniciante, e este é o caso dos que se acham na primeira série do curso secundário, o estudo da interpretação dos valores das superfícies iluminadas por uma ou mais fontes luminosas, isto é, uma ou mais janelas da sala de aula, torna-se mais difícil a claro-escuro do que colorido. É que para claro-escuro deve haver uma transposição de valores cromáticos de modo que as cores fiquem representadas entre o branco do papel e o preto do lapis, carvão ou "saucê".

Ora, não é fácil fazer transposição sem o conhecimento adquirido das variações das cores. Por isto é que alguns professores preferem trabalhar com moldes de gesso ou de outro material e pintados de cinza claro ou branco. Facilitam deste modo o trabalho, não há dúvida, mas, afastam os alunos de uma realidade indispensável, correspondente aos tipos de interesses manifestados pelas crianças de 11 a 13 anos, e que se não conformam ainda com a abstração do colorido. Um cajú ou goiaba de gesso, uma cafeteira de madeira pintada de cinza claro ou rosa de papelão sem colorido, não tem, para os iniciantes, nenhum sentido de interpretação, moldagem ou reprodução.

Nas civilizações primitivas toda escultura era colorida para se aproximar da realidade e ter significação reprodutiva. Assim, os iniciantes devem aprender, primeiro, a colorir as cousas tal como observam, para depois, ensaiarem a substituição das cores por uma delas.

Nestas condições, os estudos do primeiro ano devem ser iniciados com o cuidado de obter, nos desenhos, as mesmas cores que as superfícies dos objetos apresentam à vista. Se numa caixa está forrada ou pintada de azul é pre-

ciso procurar um lapis de azul semelhante ao que vê e com êle ajustar a côr e se não for possível, combinar com outro azul ou preto, ou ainda, com carmim ou sépia, até conseguir a côr.

107 — Na fig. 62 encontramos um exemplo de marcação e acabamento A côr das superfícies da caixa é a mesma porque está forrada de papel colorido.

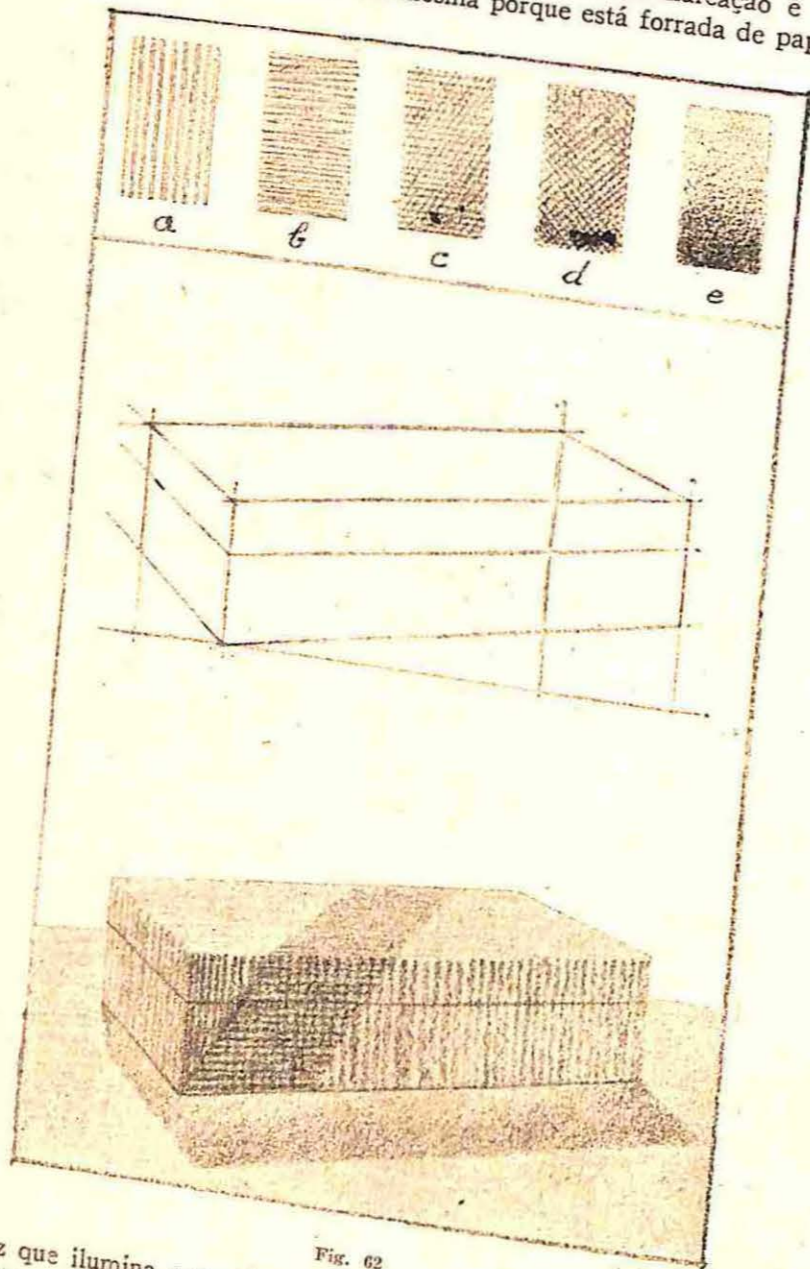


Fig. 62

Como a luz que ilumina o modelo vem do lado esquerdo e do alto para baixo, como se entrasse por janela, as côres das superfícies laterais da caixa se modificam. Umas são mais claras que as outras. Observe, colocando um objeto se-

melhante em frente à luz de um vão de janela, como as colorações das superfícies variam de tonalidades conforme as posições que ocupam com relação à direção dos raios luminosos. Note que as côres mais claras são as das superfícies que se voltam para a entrada da luz e que as mais escuras são as das superfícies que estão opostas, isto é, as que não recebem luz direta, porém, luz refletida da mesa, das paredes ou dos objetos do ambiente.

Colorindo a marcação precisamos acertar os valores das côres. E' o que se chama em arte *afinar* ou *ajustar*. Os valores precisam se aproximar da realidade para que os efeitos, em conjunto, nos tragam à vista a impressão do relêvo. Quando um colorido excede ou não alcança a realidade é porque os tons não se acham uns em relação aos outros; há *desafinação* nos valores e a impressão do relêvo não existe ou se torna confusa.

Para ajustar os valores comece por colorir a face mais clara e sem a preocupação de conseguir de uma só vez o suficiente, pois, não é fácil ajustar valores. Na fig. 62 há exemplos da técnica para colorir com lapis de côres. Em *a* vê-se o tracejado feito numa só direção e em *b* o tracejado em *vai-vem*. Em *a* deve-se conservar a orientação escolhida e deve ser realizado com a mão despregada do papel. O apoio do ante-braço até o pulso é o suficiente.

Para aumentar a intensidade de côr de uma superfície não precisa aumentar a força de compressão do lapis sobre o papel. Prefira a técnica de cruzar as direções do tracejado. O tracejado da letra *d* em quatro orientações é mais escuro que o da letra *c* em duas. A aproximação do tracejado também dará efeitos especiais como se vê em *e*. E' indiferente escolher a orientação, porém, escolhida, conserve-a, porque é muito desagradável encontrar-se várias orientações num tracejado.

Para conseguir tracejados bem feitos só se conhece um meio: exercitar-se. E' através o exercício que se processa uma aprendizagem na qual se adquire uma experiência de efeitos e justeza de valores. Receitas, procedimentos e conselhos nada adiantam. A prova está em que a experiência do professor, auxiliando o aluno no momento dado, produz maior resultado.

Há vários efeitos de técnica obtidos com os tracejados finos e grossos conforme vê na estampa XX. Experimente para aprender. Uma última palavra deve ser dada com respeito aos *enquadramentos*. Conquanto mais tarde se trate desse assunto, vá, desde cedo, procurando limitar os quadros, considerando os efeitos dos desenhos no meio do espaço, mais para um lado, um pouco para cima ou para baixo, conforme os exemplos das estampas XIX e XX.

Observe os efeitos para ir se habituando. Terminado um trabalho, coloque dois esquadros, reguas ou tiras de papel em ângulo reto e procure limitar o campo do quadro. Não há regras para tanto e o melhor meio é adquirir uma experiência de efeitos, por isso experimente e peça a opinião do seu professor. Mais tarde, quando estudar em composição decorativa as leis da simetria e da equivalência das massas ou equilíbrio das formas, perceberá as sutilezas dos princípios que regem a escolha dos campos úteis para o enquadramento.





## CAPÍTULO XVI

## Traçado das curvas circulares

108 — Um círculo somente pode ser visto como um círculo quando colocado de frente para o espectador. Vide figs. 1 e 2 da estampa XVII e explicações do § 93. Assim, em quaisquer outras posições com relação ao ponto de vista, o círculo apresenta sempre uma deformação aparente.

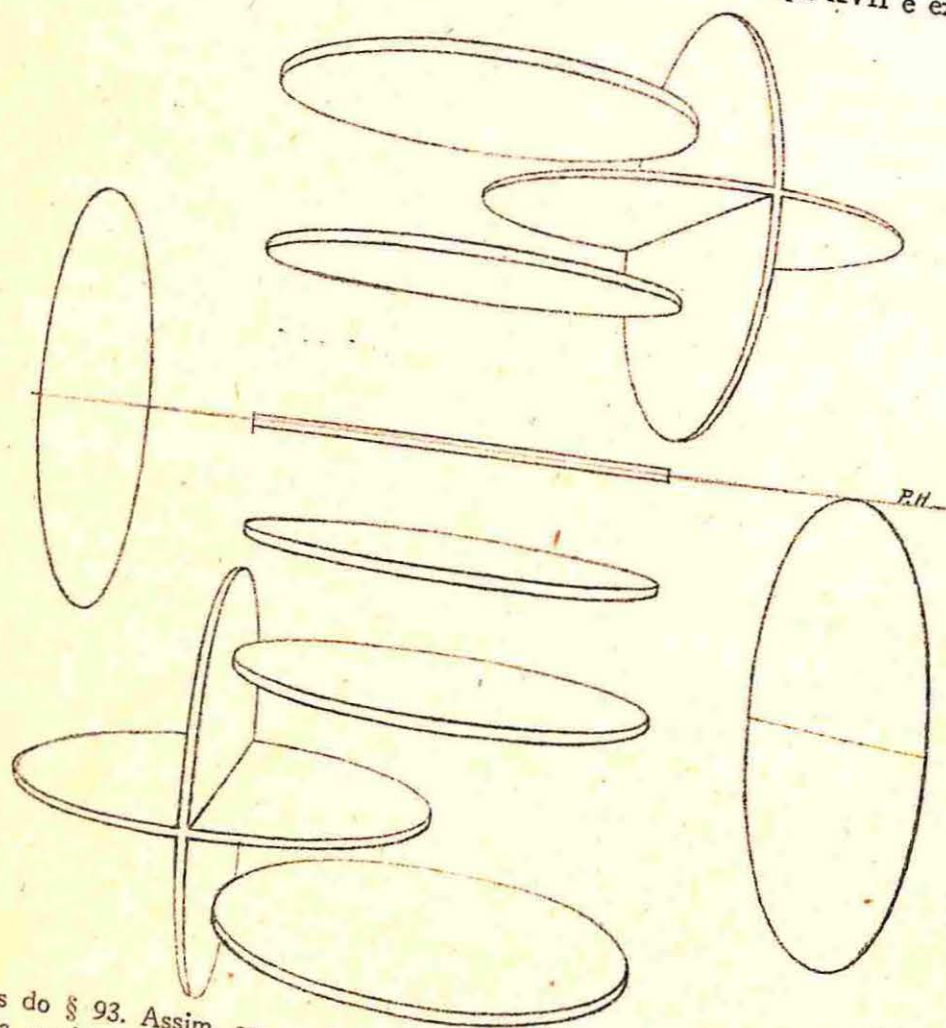


Fig. 63

ções do § 93. Assim, em quaisquer outras posições com relação ao ponto de vista, o círculo apresenta sempre uma deformação aparente.

Para fazer uma idéia dessas deformações observe um disco circular em posição horizontal ora mais afastado ora mais próximo da linha do horizonte (figura 63). Coloque uma moeda na ponta de um dedo e observe levantando e abaixando a mão como a curva circular do disco varia de forma. Note que a curva se assemelha a um elipse, mais ou menos alongada a medida que se aproxima do plano do horizonte e chega mesmo ao máximo de deformação, reduzindo-se a uma linha reta, quando coincide com a linha do horizonte. Nestas condições, para desenhá-la tal como se vê (1), é necessário comparar duas medidas: um diâmetro maior e outro menor estando este último em função da posição do espectador.

Para os primeiros exercícios o indispensável é conseguir o traçado da curva referida a dois eixos. Na realidade a curva não pode ser regular e simétrica, pois, a deformação obriga a ramos diferentes. Basta refletir, pelo que tem observado até esta lição, que as deformações variam para cada posição que o observador ocupa com relação aos objetos que observa. Na fig. 63 pode-se distinguir, nitidamente, que os semicírculos anteriores não são iguais aos posteriores. Para os iniciantes, a explicação da deformação aparente do círculo, não é fácil. Ela envolve uma série de outros conhecimentos que somente serão adquiridos da segunda para a terceira série e, assim, o que interessa no momento é o *traçado expedito* da curva circular com *aparente deformação* que, neste caso, é uma oval.

Observe a largura do diâmetro de frente e em seguida a do diâmetro de perfil, o qual, aparentemente é vertical, para conhecer a relação entre ambos e traçar um retângulo com essas proporções, como vê na fig. 64.

As curvas circulares, nos *traçados expeditos* do desenho do natural, são sempre inscritas em retângulos. É um processo simplificador porque facilita a marcação de quatro tangências,  $t_1$   $t_2$   $t_3$   $t_4$  (fig. 64), que orientam o traçado da curva.

AB, lado do retângulo (fig. 64), está para CB na mesma relação em que se acham os dois diâmetros observados. Divida os lados do retângulo ao meio, marcando, por meio das medianas, os pontos de tangência da curva.

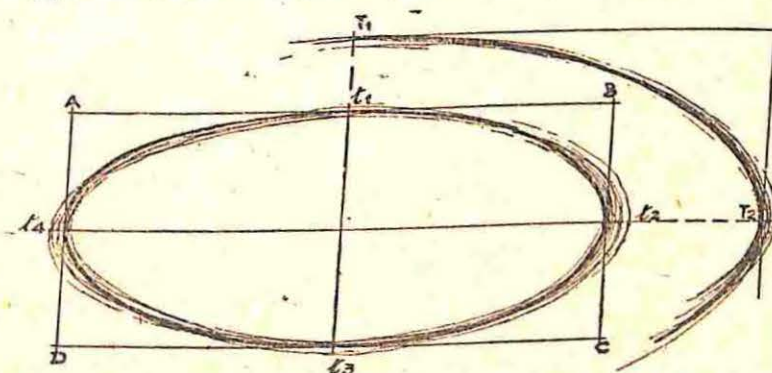


Fig. 64

109 — Com o lapis ou carvão, e com a mão completamente livre, procure traçar, *sem medo*, a curva. Comece por onde quiser porque é indiferente e evite

(1) Para maiores esclarecimentos vide Capítulo V, do livro "Desenho ao alcance de todos", de F. Nerco de Sampaio, Editora Nacional. S. Paulo.

o traçado moroso ou de pequenas curvas, conforme está indicado em *a* ou *b* da fig. 65 porque são expedientes inúteis e de técnica errada. Trace a curva de uma só vez, como está indicado na fig. 64, partindo de um ponto qualquer de tangência, passando pelos outros três e chegando ao ponto de partida. Verifique que errou. Isto é o que interessa. Sabendo que passou fóra de  $t_2$ , por dentro de  $t_3$  e por fóra de  $t_1$ , tomou conhecimento de uma situação que precisa ser modificada. Assim, quando fizer o novo percurso, irá naturalmente se aproximar dos pontos de tangência, e repetindo os percursos numa série de movimentos contínuos deixará sobre o papel a indicação da curva, tal como se vê na referida figura, indicação essa que resulta do aproveitamento de todos os ramos bem colocados.

Ninguém, nem o melhor artista, será capaz de traçar de uma só vez, e certa, uma curva circular em perspectiva. E' portanto inútil e ingênuo, imaginar que com todo o cuidado, devagarinho, a curva sairá certa.

No exercício que fizer há de verificar que o mais difícil é o arredondamento da curva nos pontos de tangência e que essa impressão somente será obtida, quando houver traçado várias curvas superpostas. As superposições é que permitirão a necessária orientação ao traçado definitivo.

Assim sendo, experimente o traçado, com a convicção absoluta de que vai errar e com o bom humor indispensável às experiências desse gênero. Rindo dos

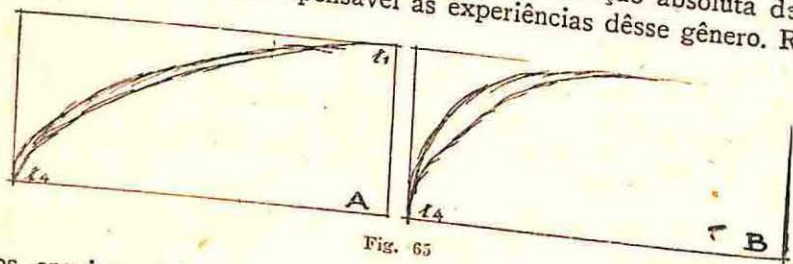


Fig. 65

primeiros ensaios, rirá também, de satisfação, verificando que o traçado depende, apenas, desses exercícios que constituem uma aprendizagem na qual adquirimos os meios de esboçar e aperfeiçoar a curva até conseguir a impressão da linha, sem solução de continuidade. Observe na fig. 64, numa ampliação de um ramo da curva, como são feitas as tangências. Ao sair de  $t_1$  despregue a curva da reta levemente e faça o arredondamento em  $t_2$ . Os traços finos indicam os traçados errados, o mais grosso foi obtido pela superposição dos movimentos certos. Elimine com borracha os traços errados.

#### 110 — Representação das superfícies curvas nos sólidos de revolução.

Escolha como modelo um cilindro reto ou qualquer objeto que seja um sólido com as propriedades citadas: caixa, lata ou copo, (fig. 66). Observe a altura total medindo, na vertical, de  $t_3$ , na curva da base inferior, a  $t_1$  na base superior. O ponto  $t_3$  chama-se o *aparentemente mais baixo* e  $t_1$  o *aparentemente mais alto*. O cilindro sendo reto tem as bases perpendiculares às geratrizes e assim não há pontos mais altos nem mais baixos, pois, estão todos a alturas iguais em cada base. Como, porém, há deformações aparentes para os planos em que se acham as bases, os pontos *parecem mais altos ou mais baixos* e daí a expressão: *aparentemente mais alto ou mais baixo*. Então, observada a altura total, observe a

largura entre as duas geratrizes  $t_1$  e  $t_2$  e trace um retângulo com as devidas proporções, que será ABCD, conforme se vê na fig. 66. Isto feito, observe a altura  $t_3$   $t_3$ , isto é a altura da geratriz dominante, que determinará o aparentemente mais baixo da curva da base superior do cilindro. Trace pelo ponto  $t_3$  uma horizontal, para obter o retângulo, determine ao meio dos lados os pontos  $t_1$   $t_2$   $t_3$   $t_4$  e, em seguida, trace a curva da face superior conforme aprendeu. Metade da curva da base está oculta ou invisível e os pontos em que a curva *aparentemente acaba*,  $t_3$   $t_4$ , são chamados *pontos de perda*. Para melhor entender o traçado, segure uma régua de frente em posição horizontal, estenda os braços, e olhando pelo bordo inferior da régua procure a coincidência da alidade com os *pontos de perda da curva*  $t_1$  e  $t_2$ . Na figura citada está indicada a posição da alidade da régua em  $RR_1$  passando pelos pontos referidos. Com a régua nesta posição vê-se a semicurva da base, com clareza. O espaço vertical entre o ponto  $t_3$  e o bordo da régua poderá ser comparado com a largura total compreendida entre  $t_3$  e  $t_4$ . Por exemplo, fixando-se visualmente a medida vertical podemos avaliar quantas vezes ela se contém na largura. Na fig. 66 temos a impressão de que se repete aproximadamente 4 vezes. Então, a medida será aproximadamente,  $\frac{1}{4}$  do diâmetro aparente ou seja da largura aparente do sólido. Marque então os pontos  $t_2$  e  $t_4$  com essa relação e *não trace metade da curva*. Dobre a medida de

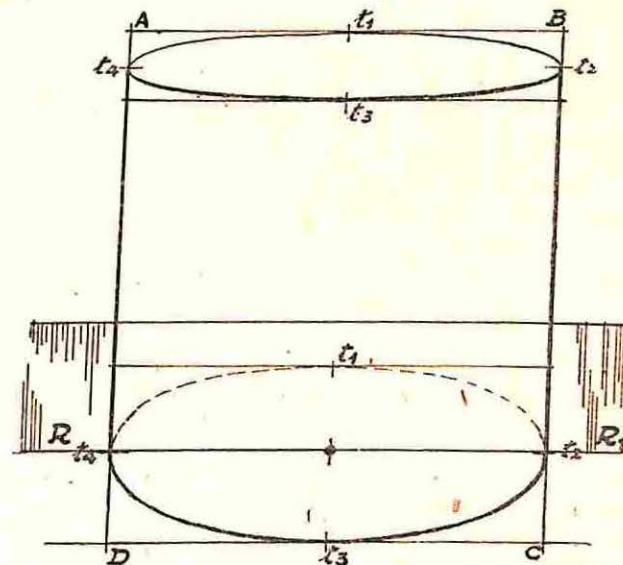


Fig. 66

altura e *trace a curva toda* para traçá-la certa. Depois de bem indicada nas suas tangências tire os erros com a borracha e apague a parte invisível. Esse é o processo aconselhável. Não julgue ser impossível ou difícil determinar a altura entre  $t_3$  e o diâmetro  $t_2$   $t_4$  porque nos objetos encontramos sempre uma referência dada por um esfolado da pintura, um aranhado da superfície, um reflexo, enfim, um ponto qualquer que nos permitirá medir a vertical até  $t_3$ . Casos há em que a medida é, realmente, impossível ou pelo menos inútil. Quando a curva está próxima da altura do horizonte a relação entre os diâmetros é de  $\frac{1}{15}$ ,  $\frac{1}{20}$ , etc., o que, praticamente, não é avaliado nem medido. Curvas em tais posições somente são dadas depois de uma experiência adquirida e neste momento já disporá de meios para *avaliação a olho*.

111 — Uma reflexão é necessária ao seu trabalho para orientá-lo com segurança. Segure uma tampa de caixa cilíndrica ou um pires e coloque a curva circular à altura do horizonte, isto é, à altura dos seus olhos, de modo que toda a curva se confunda com uma linha reta. Vá baixando o braço e observando

como a curva, à medida que se distancia do plano do horizonte, vai se arredondando, isto é, vai se aproximando da forma circular. Se assim acontece, tenha o cuidado de verificar nos desenhos que marcar se as curvas do mesmo diâmetro de perfil à medida que se afastam do plano do horizonte. Se no exercício citado tivéssemos de desenhar duas outras curvas entre as duas bases consideradas, a de maior diâmetro de perfil seria sempre a que se achasse mais próximo da base inferior. Assim refletindo, não errará ou pelo menos andarà próximo da realidade.

Essa reflexão é indispensável à representação das superfícies curvas, porque desde que não estejam certas as curvas principais os sólidos darão a impressão de quebrados ou amarrotados ou, ainda, de sólidos inclinados quando são retos. Em muitos desenhos errados tem-se, às vezes, a impressão de que os sólidos deslizam nos planos ou, então, as bases estão inclinadas em vez de serem horizontais.

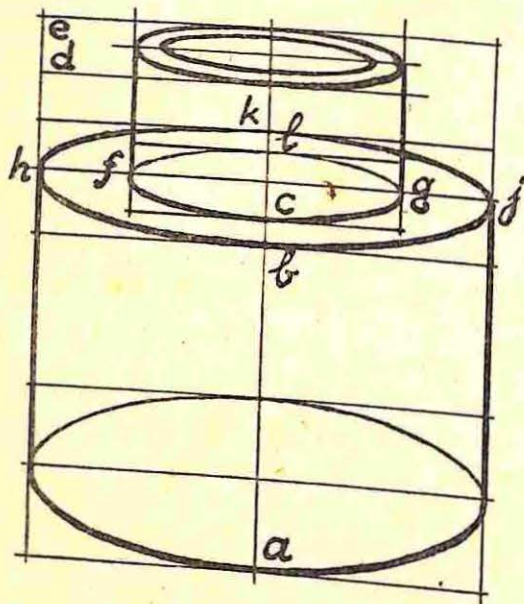


Fig. 67

Façamos, agora, um exercício de cópia de cilindros superpostos para estudarmos os círculos concêntricos. A fig. 67 nos mostra um tinteiro. São dois cilindros superpostos. Para marcá-los observemos largura e altura, para determinar o retângulo principal, a altura da geratriz  $a$  e as medidas verticais  $a$   $c$  e  $a$   $d$ . A medida  $e$   $d$  resultará das marcações feitas, sendo necessário, apenas, verificar se a porção vertical  $e$   $d$  está certa. Observe a largura do cilindro superior, determine as duas retas que definem as geratrizes laterais, prolongue-as até a horizontal de  $c$  de modo a separar a parte do pescoço do tinteiro. Observe e determine os pontos de perda  $h$   $j$  da curva superior do bojo do tinteiro, dobre a medida para determinar  $k$ , o aparentemente mais alto e invisível porém necessário ao traçado perfeito da curva. Desenhada esta curva, dobre a medida  $f$   $c$  para determinar  $l$  e obter o retângulo que circunscribe a curva da base do pescoço. Observe que  $h$ ,  $f$ ,  $g$  e  $j$ , tangentes das duas curvas estão no mesmo diâmetro de frente porque as curvas são concêntricas. Para o traçado da curva concêntrica da boca não observe medidas. Aplique o mesmo princípio racionando sobre a posição dos pontos. Observe que  $h$   $f$  ou  $g$   $j$  se apresentam maiores do que  $b$   $c$ , embora sejam raios da corôa circular. E' que  $b$   $c$  está de perfil, enquanto os dois outros se acham de frente. Observe que  $k$   $l$  é menor do que  $b$   $c$ , por se achar mais afastado. Finalmente, determine os pontos de perda da curva da base do bojo e

## 112 — Curvas concêntricas

trace a curva toda. Isto feito, elimine com borracha os trechos invisíveis das curvas.

113 — Curvas concêntricas em planos diferentes.

Um balde, um copo, um pote de manteiga e outros objetos de uso comum têm às vezes a forma de um cone reto truncado. Nesses sólidos as curvas das bases são concêntricas paralelas, porque se acham colocadas em planos diversos, porém, com os centros colocados sobre uma reta eixo do sólido.

Observe na fig. 68 a marcação de um pote em tronco de cone. A medida de altura total está compreendida entre o ponto aparentemente mais alto  $a$  e o aparentemente mais baixo  $c$ . A largura da maior curva em  $ef$ . Trace o retângulo principal e observe a altura da geratriz  $b$   $c$  para separar o retângulo da curva superior e traçá-la. Localize o retângulo da curva da base de sorte que sua mediana de perfil coincida com o prolongamento da mediana  $a$   $b$  e observe a curva da base conforme o indicado nos §§ 109 e 110.

Desenhadas as duas curvas, procure traçar as tangentes às curvas e não linhas que liguem os pontos  $f$   $h$  e  $e$   $g$ . As tangentes que vemos estão sempre antes destes pontos.

Verifique, prolongadas as tangentes, se elas se encontram sobre o prolongamento do eixo, num ponto como  $j$ . Assim estarão certas porque as geratrizes do cone reto se encontram num vértice que se acha sobre a perpendicular traçada do centro da base. Jamais trace geratrizes antes de desenhadas as curvas.

114 — As figuras das Estampas XIX e XX são exemplos de conjuntos de objetos com as técnicas de lapis já estudadas, além de sugestões para os enquadramentos.

Em vez de sólidos isolados estudaremos agora os agrupamentos em posições que apresentem aspectos agradáveis à vista. Vejamos, então, como se obtém a marcação de objetos em conjunto.

Seja, por exemplo, um conjunto como o da Estampa XIX. Como se vê, trata-se de um prisma de base retangular, como qualquer caixa das estudadas e de um cilindro reto. A caixa prismática tem ao centro de uma das faces laterais um mostrador de relógio e o cilindro é um cinzeiro. Dois objetos de uso comum.

A primeira observação importa no conhecimento da largura total que neste caso, abrange o cinzeiro e o relógio. A segunda observação deve ser a altura aproximada da caixa do relógio.

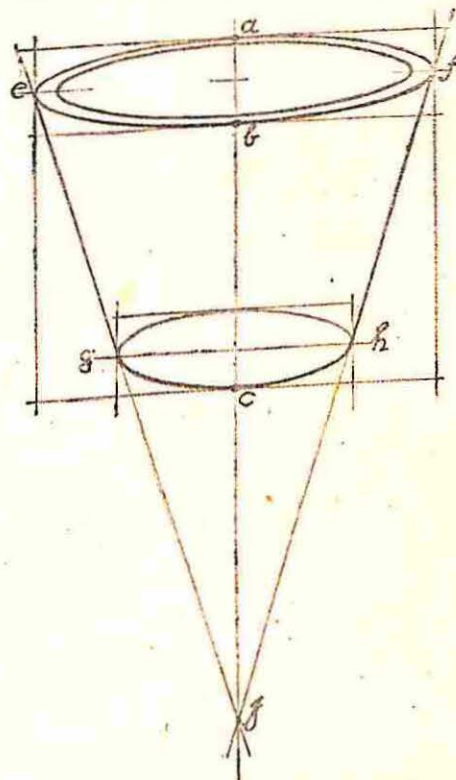


Fig. 68

O retângulo principal deve ser construído com as ampliações das medidas dos lados  $a e$  e  $d f$ . Isto feito, observe a largura do pote, amplie a medida observada e marque  $c$  traçando uma perpendicular a  $a e$ , horizontal de observação.

Com o retângulo cuja altura é  $d f$  e a largura  $b e$  marque a caixa do relógio, determinando a posição e altura da dominante  $d g$ , para observar os ângulos formados pelas arestas horizontais com essa dominante. Para desenhar o círculo do mostrador, trace as diagonais da face que lhe darão o centro; meça os diâmetros, horizontal e vertical para, com essas medidas, traçar um trapézio que circunscreva a curva.

Feita a marcação da caixa do relógio, faça a seguinte observação: coloque uma régua em posição horizontal segurando-a com as duas mãos, estenda os braços e olhando pelo bordo superior, encoste a alidade no ponto aparentemente mais baixo da base do cinzeiro. Verifique, então, como a alidade da régua  $RR_1$  corta as arestas da base da caixa do relógio. Encontrará uma ou mais referências que lhe permitirão traçar, no desenho, uma reta na posição da observada.

Essa reta  $RR_1$  lhe dará a posição da base do cinzeiro com relação ao relógio. Como a largura do cilindro já está determinada em  $a c$ , bastará medir a altura e obtido o retângulo principal do mesmo, separar os das curvas superior e inferior, desenhando-as conforme já foi ensinado no § 110.

Do exposto extrai-se a seguinte regra para o desenho dos conjuntos.

*Observar as medidas totais do conjunto, separar as de cada sólido e, partindo daquele que se achar mais próximo do ponto de vista, estabelecer as relações de posição que ele tem para com os demais.*

### EXERCÍCIOS

Escolha objetos de uso comum e de formas simples como as apresentadas nas figs. das Estampas XIX e XX, faça as marcações pelos métodos indicados e os acabamentos nas técnicas aconselhadas .

---

Se seguiu inteligentemente as regras e preceitos deste livro, se, cuidadosamente, realizou as observações e experiências aconselhadas desde o início, há de reconhecer, agora, que estudando desenho, tal como estuda qualquer outra disciplina, sabe alguma coisa mais do que sabia, sem ter tido necessidade de apelar para uma aptidão especial, isto é, para o que o vulgo chama "jeito".

