

esdi

CLAUDIO  
MAYA  
MONTEIRO

T-58  
1972



PERTURBAÇÕES PERCEPTIVAS POR SUPERPOSIÇÃO DE PADRÕES  
REGULARES EM ESPAÇO E TEMPO.

Considerações sobre o "moiré", o movimento  
estroboscópico e um estudo sobre sua aplicação.

Por CLAUDIO MAYA MONTEIRO

Escola Superior de Desenho Industrial

1972

P 58  
1912



N.º de registro



Weg. 4065/90

## Bibliografia

1. TIME - Goudsmith, Samuel A.; Caliborne, Robert; and the editors of Life. Life Science Library.
2. LIGHT AND VISION - Mueller, Conrad G.; Rudolph, Mae; and the editors of Life. Life Science Library.
3. PSICOLOGIA DE LA FORMA - Köhler, Wolfgang. Argonauta, Buenos Aires, 1948.
4. PSICOLOGIA DE LA FORMA - Guillaume, Paul. Editorial Psique, Buenos Aires, 1964.
5. THE NEW LANDSCAPE IN ART AND SCIENCE - Kepes, Gyorgy. Paul Theobald and Co., Chicago, 1956.
6. PERCEPÇÃO - Hochberg, Julian E.. Zahar, 1966.
7. GEOMETRY AND IMAGINATION - Hilbert, D. and Cohn-Vossen, S. Chelsea, N.York, 1952.
8. Enciclopaedia Britannica.

## Artigos

1. Hayakawa, S.I. "Domesticating the Invisible", in The New Landscape in Art and Science.
2. Brindley, G.S. "Afterimages" in Scientific American, october, 1963.
3. Gregory, Richard L. "Visual Illusions", in Scientific American, november, 1968.

4. Bennet, Frederick D. "Exploding Wires", in Scientific American, may, 1962.
5. Oster, Gerald and Nishijima, Yasunori "Moiré Patterns", in Scientific American, may, 1963.

Uma das crenças da ciência visual do século XIX foi de que a imagem retiniana era uma boa cópia da realidade observada e aquilo que o observador via era também uma boa representação da imagem na retina. Porém o avanço da ciência veio mostrar que isto não é correto. Os tres níveis da visão - a cena, a imagem retiniana e a impressão visual - não mantêm correspondência biunívoca. O caso mais óbvio de não-correspondência é o da visão tridimensional: o espaço real é tridimensional; a imagem retiniana é chata e a sensação visual é tridimensional de novo.

Mas essa não-correspondência não significa o caos. Não quer dizer que a visão falseie constantemente o que se vê, ou que o aparelho visual seja uma máquina de indução ao erro. A visão nos é bastante útil para construir um modelo sensível do espaço, da forma, da cor e do movimento do mundo que nos cerca, modelo esse perfeitamente coerente com nosso tamanho, necessidades e possibilidades de movimento. Ou seja, não nos adiantaria perceber as coisas mais rapidamente do que o fazemos, embora seja necessário para a pesquisa científica e estudos de fenômenos micro e macroscópicos, - onde tempo, dimensão e velocidade são diferentes - que o homem disponha de instrumentos que lhe possibilitem transcender suas limitações visuais de espaço e tempo.

Nossa acuidade é suficiente para identificar, manipular e nos relacionar com os objetos, coisas e espaços que nos são acessíveis. Uma visão de campo extensíssima e microscópica (grande acuidade) nos daria uma quantidade de informação desnecessária, o que exigiria que nosso sistema de visão fosse muito mais complexo.

Isso decorre da racionalidade do desenvolvimento do olho humano ou do tipo de homem que conseguiu sobreviver. Uma visão super-rápida ampliaria nosso tempo psicológico de maneira insuportável, e nossa possibilidade de deslocamento no espaço seria talvez inadequada para o que perceberíamos; a sensação primeira que se poderia ter é de paralisia, inação. O homem se veria como uma lesma, movendo-se em meio a ocorrências incontrolláveis.

Um exemplo prático: um indivíduo em frente a outro puxa rapidamente um revólver, atira e acerta. O outro cai. Se o atingido tivesse uma visão e uma percepção correspondentes à velocidade do acontecimento, veria tudo lentamente: o outro tiraria o revólver,

a um metro de distância, apontaria, apertaria o gatilho, haveria um crescimento de gases em torno da arma que seria visto com nitidez, e sairia um pequeno objeto escuro, o chumbo, voando devagar em direção a si, e na hora em que tentasse se desviar, não ia conseguir, a não ser que toda sua capacidade de reação muscular fosse acelerada juntamente com a percepção.

A descontinuidade de espaço e tempo de nossa percepção não é defeito. Mas uma maneira que temos de nos relacionar por aproximação com o meio circundante. Entretanto, há algumas ocorrências nos limiares de nossa acuidade de espaço e tempo, que além de se revelarem instrumentos úteis para o entendimento da mecânica mais íntima da visão humana, servem como meios de ultrapassar as barreiras que temos nesse campo.

### A PAISAGEM AMBÍGUA

Quando se olha através de uma cortina japonesa, em frente a outra, com uma estrutura de varetas finas presas com barbante, vê-se uma curiosa padronagem que resulta da combinação das linhas das duas telas. Estas padronagens são chamadas de "moiré" e se produzem quando duas estruturas periódicas se superpõem (fig. 1).

Na terminologia popular, o termo é aplicado particularmente ao tipo de seda que dá uma superfície de brilhos ondulados: a seda "moiré". Neste caso, a padronagem é devida à superposição de linhas paralelas levemente desalinhadas.

Muitos padrões "moiré" são gerados por figuras formadas por linhas, mas estas não são necessárias. O único requisito geral para a formação de uma padronagem "moiré" é que as figuras interagentes tenham algum tipo de regiões sólidas e abertas. As regiões sólidas podem ser linhas (retas, curvas, zigzagueantes), pontos ou outras formas geométricas.

O efeito "moiré" mais simples realiza-se quando dois conjuntos de linhas retas são superpostos de maneira que se interceptem num ângulo pequeno. Se a superposição das linhas é paralela ou quase paralela, um pequeno deslocamento de uma das figuras vai dar origem a um deslocamento muito grande nos elementos do padrão "moiré", que seria a terceira figura. Em outras palavras, o deslocamento é aumen

tado. É óbvio que quanto mais próximos os dois padrões se superpuserem, mais longe estarão umas das outras as faixas "moiré". Assim, se os conjuntos de linhas estão defasados um milímetro e quando um dos conjuntos tem um erro em cada espaçamento, de um micron ... (0,001 mm), a faixa ocorrerá a cada metro. Nesse caso, o padrão "moiré" representa um aumento de um milhão de vezes para a diferença de comprimento dos espaçamentos.

O efeito de aumento do "moiré" pode ser mostrado com ajuda de retículas de meio tom, usadas em fotogravura. Se uma retícula vai ser sobreimpressa a outra, para que não ocorra o efeito, inconveniente, no caso, é indispensável que as duas se interceptem num ângulo muito grande. Se o ângulo é reduzido, um "moiré" de pequenos pontos pode aparecer; e com reduções maiores do ângulo, pode-se ver que a padronagem dos pontos é aumentada até chegar a uma enorme magnificação.

Esse sistema fornece uma forma precisa de visualizar diferenças mínimas em figuras periódicas quase idênticas. Em superposições deste tipo, quando se move um dos padrões em relação ao outro, a diferença de velocidade entre o movimento do padrão simples e o movimento consequente na padronagem "moiré", é bastante grande.

Este é um fenômeno que pode ocorrer com interferência de ondas luminosas. Duas emissões de luz monocromáticas com comprimentos de onda levemente diferentes, "provocam" efeito "moiré" nos topos e vales das ondas em consonância, e o efeito caminha ao longo do feixe com velocidade maior que a da luz. É um pacote de ondas de topo, cuja velocidade de oscilações dos topos provoca um andamento da faixa de interferência, mais veloz que das próprias ondas portadoras.

Apesar da estranheza desta afirmação, não dizemos aqui que existe uma forma de radiação mais rápida que a luz. O efeito caminha mais rapidamente que a luz sobre o próprio feixe luminoso, mas nunca chega a lugar algum antes da própria luz que o transporta.

O "moiré" é uma ilusão visual provocada por dificuldades de interpretação cortical nos pontos de intercessão entre as linhas das tramas. Essa dificuldade é ocasionada quando o tamanho e o número das intercessões, no campo visual total, entram em interferência direta com os limites de acuidade e de definição da retina. Quando os elementos individuais de duas padronagens que formam "moi

ré" estão aquém dos limites de discriminação, o que se vê são variações regulares e contínuas de cinzas. Por outro lado, quando se dá um corte num campo "moiré" e toma-se um detalhe da padronagem, ampliando-o de maneira que ocupe grande parte do campo visual e onde cada elemento individual das duas tramas fique perfeitamente definido, o efeito "moiré" desaparece.

Na realidade, o "moiré" só ocorre quando os tamanhos dos elementos individuais e o campo abrangido das tramas são de tal ordem que sua interpretação cerebral fique ambígua. (Entenda-se aí interpretação como processamento neurológico da informação visual, e não como interpretação intelectual.)

Como o efeito "moiré" pode ser reproduzido sem alteração por processos fotográficos, poder-se-ia supor que não é uma ilusão visual. Acontece que a máquina fotográfica não é iludida, mas reproduz corretamente, para qualquer observador humano, o efeito perturbador. Para acentuar o caráter de ilusão visual do fenômeno, reproduzimos um efeito "moiré" conseguido com uma série de anéis Fresnel (fig.2), cuja característica é que as zonas abertas e fechadas do centro para a periferia têm a mesma área, equivalente ao ponto central. Quando se a faz interceptar por uma padronagem de linhas paralelas e equidistantes, surgem reproduções do ponto central e dos anéis mais próximos ao mesmo. O efeito se multiplica quando é acrescentada perpendicularmente à primeira trama de linhas paralelas, uma segunda igual (fig. 3). O número de centros reproduzidos se expande em todos os sentidos, ao invés de expandir-se somente no sentido perpendicular ao da primeira trama. Na verdade, estes círculos não estão aí. Montamos os elementos em separado propositalmente.

No entanto, nosso olho não consegue interpretar a imagem como simples superposição. Aparece, efetivamente, uma intrigante terceira figura, que é traduzida assim no córtex, embora não corresponda ao acontecimento real. Isto só ocorre devido à descontinuidade espacial da visão.

A retina, placa sensível do fenômeno visual, recebe, para formação de imagens, um padrão contínuo de emissão de luz dos objetos percebidos. Mas de sua superfície, só uma parte é transmissora de informação para o córtex - os foto-sensores punctuais (cones e bastonetes) -, que transmitem individualmente através de fibras unitá-

rias que se reúnem em feixes maiores, formando o nervo ótico para cada olho. Cada fibra isolada transmite simplesmente se está ou não recebendo luz, informando também sobre o comprimento de onda captado.

No córtex dá-se o processamento da imagem recebida e sua reconversão à continuidade. Ele traduz um padrão de informação de campo discreto em contínuo, transformando um acúmulo de pontos em uma imagem nítida e sem descontinuidade.

Além desta descontinuidade no espaço, há a descontinuidade no tempo. Cada fibra, quando recebe um estímulo luminoso, transmite, e depois da emissão por um processo eletroquímico, através de íons de sódio e de potássio, é necessário que toda fibra rearme seus potenciais eletroionicos para recepção de novo estímulo. É como se fosse uma cadeia de ratoeiras que fossem se fechando uma na outra, até certo ponto. Depois, para que se possa repetir o processo de fechamento sucessivo, é necessário que todas elas sejam rearmadas para estar de novo em disponibilidade para transmissão. Acontece que os foto-sensores não são sincronizados. Não é como se todos recebessem um ponto, transmitissem e se rearmassem como fotogramas de um filme: uma imagem, intervalo, outra imagem, intervalo, outra imagem ... e assim por diante.

Dentro de certos intervalos de tempo muito pequenos, o número de foto-sensores transmitindo para o córtex não chega a ser suficiente para a formação de imagem, o que nos cria certos limites de percepção das coisas no tempo. Ocorrências abaixo do limiar necessário para que haja recepção, transmissão e rearme de um número suficiente de foto-sensores, simplesmente não são vistas, é como se não tivessem acontecido. Desta maneira, pode-se concluir que nossa capacidade de ver é intermitente, embora nos pareça perfeitamente contínua.

O fenômeno de intermitência em nossa percepção é análogo a um certo tipo de aparato que foi desenvolvido a partir de 1836, por Antoine Ferdinand Plateau. Antes, tinha sido usada uma forma menos precisa por Michael Faraday. August Töpler (1866) foi dos primeiros a reduzir o método a uma ciência exata.

Trata-se do estroboscópio, de etimologia grega, que quer dizer marca rolante ou vista rolante. É utilizado em análise de acontecimentos muito rápidos, micro ou macroscópicos e, de movimentos perí-

dicos.

O funcionamento básico do estroboscópio pode ser exemplificado da seguinte maneira: se uma luz fôr sincronizada de modo a piscar todas as vezes que um mesmo ponto de uma roda em movimento completar uma volta, este ponto parecerá estar parado. A ocorrência do efeito estroboscópico depende da superposição de um padrão regular fixo ou variável, de iluminação intermitente, sobre acontecimentos periódicos ou não.

Nas primeiras pesquisas, particularmente naquelas com observação de vibrações acústicas, foram utilizados dois métodos: a visão intermitente e a luz interrompida. Nos dois casos, um disco em rotação ou vibração com fino corte em sentido radial, permitia a visão do objetivo a intervalos, ou permitia a iluminação cadenciada, proveniente de uma fonte. Então, o fenômeno era ou exposto à vista ou a uma fonte luminosa nos momentos precisos de coincidência com a passagem do corte no disco.

Na segunda metade do século XIX foram desenvolvidos muitos tipos de estroboscópios: diafragmas com interrupções periódicas, espelhos rotativos e vários outros artifícios. Mas o grande aperfeiçoamento deste instrumento começou em 1920. A tecnologia dos estroboscópios modernos foi criada por Harold Edgerton, que desenvolveu suas pesquisas no Massachusetts Institute of Technology, onde trabalhou com lâmpadas de difusão gasosa, de impulso variável, controlado eletronicamente.

Devido aos estudos de Edgerton, o cientista de hoje está mais capacitado para fotografar a explosão de uma bomba atômica no exato milionésimo de segundo em que ocorre; analisar o voo de pássaros; examinar a profundidade do oceano; controlar a qualidade industrial de motores e, em geral, a de quaisquer peças móveis de máquinas ou aparelhos de pesquisa.

Este recurso é baseado na própria maneira que temos de perceber a realidade, e apenas a amplia para limites fora de nosso alcance biológico. Tornou vivos e diretamente visíveis muitos fenômenos antes conhecidos teoricamente ou medidos por instrumentos.

A estrutura geral do fenômeno estroboscópico é absolutamente idêntica à do fenômeno "moiré". A única diferença é que os universos de ocorrência de um e de outro são diversos: o "moiré" se realiza num espaço bi ou tridimensional, mas basicamente no espaço; o estroboscópio, no tempo e tem uma dimensão espaço e uma dimensão tempo.

Ambos são modelos analógicos de fenômenos físicos. É perfeitamente viável um sistema de tradução de um para outro.

Pensamos que os dois fenômenos poderiam servir como linguagem básica, não verbal, de campo, direta, para descrição, estudo e manipulação teórica de muitos fenômenos até hoje só representáveis através de linguagem matemática, considerada a única com estrutura lógica suficiente para ser a linguagem universal da ciência. Isso não quer dizer que tenhamos alguma coisa contra a linguagem matemática, mas para certos casos, apesar de segura, correta e eficiente, ela é menos direta e dá muito mais voltas porque tateia a realidade por pontos, quando se pode ter uma apreensão direta, imediata, visual e analógica.

Em favor dessa proposta, há uma afirmação interessante de György Kepes, em seu livro The New Landscape in Art and Science:

"Sem a delimitação de figuras, a ciência nunca poderia ter existido; sem a comunicação gráfica, ela nunca poderia ter conhecido crescimento significativo. As ferramentas, assim como a expressão gráfica, inclinaram o homem primitivo pelo gosto excitante do desconhecido. Súbito, em suas mãos, uma substância se transformava em outra; formas e padrões nasceram e cresceram; a estrutura se desenvolveu. Assim nasceu a teoria.(...) Porque a teoria não é nada senão a prática levada a efeito na imaginação. Teria sido mero acaso que os maiores passos do crescimento intelectual da humanidade fossem originários de concepções imagísticas? Não foi senão no fim do século XVII que a imagem artística, a imagem perceptual no seu nível mais alto cessou de ser o impulsor principal do florescimento da ciência criativa. Isso no entanto não significa que a imagem passou a ser para o homem uma ferramenta básica do entendimento a menos. (...)"

Ainda a respeito do mesmo assunto, diz Samuel Hayakawa:

"A grande dificuldade da assimilação reside no fato de que os símbolos adaptados do mundo visível de colinas, casas e rostos raramente ou nunca podem servir como iconografia deste novo conhecimento. Os nossos conhecimentos básicos não são principalmente das coisas e suas propriedades, porém de estruturas, usualmente estruturas inferidas. Em outras palavras, acontecimentos nos níveis nuclear, atômico e molecular, fenômenos de raios cósmicos e acontecimentos no nível do extremamente grande, como em astrofísica, não são experiên

cias visuais, porém derivações lógicas e matemáticas de observação instrumentada e hipóteses. Essas estruturas inferidas e acontecimentos, portanto, nunca são diretamente experimentados; só podem ser visualizados através da construção de modelos (por exemplo, modelos moleculares), ou através de técnicas especiais de fotografia (por exemplo, a análise estroboscópica)". (Figs. 4, 5 e 6)

Um bom exemplo para as opiniões citadas é o de que um padrão "moiré" pode ser olhado como solução matemática para interferência de duas funções periódicas. A técnica "moiré" pode ser usada como um computador analógico. Quando figuras lineares que representam funções periódicas são superpostas e movimentadas de maneira contínua, os padrões "moiré" resultantes fornecem uma série contínua de curvas correspondentes a soluções de problemas matemáticos (fig. 5). Se mais de duas figuras são usadas, pode-se obter, sem esforço, um padrão "moiré" contendo solução para um problema multifuncional.

O uso de técnica "moiré" pode ser aplicado a problemas complexos envolvendo radiação eletromagnética e ondas mecânicas, no ar, é gua e em outros meios. Veja-se a figura com curvas de Gauss, que podem ser criadas pela superposição de um conjunto de linhas de espaçamento igual a um segundo conjunto cujos espaçamentos são derivados de uma curva de Gauss. Tem-se na figura 5-A um padrão de paralelas verticais. A figura 5-B é feita desenhando-se uma série de linhas verticais igualmente espaçadas, que não aparecem, através de uma curva de Gauss, traçando-se então linhas paralelas inclinadas, que passam pelas intercessões das verticais com a curva. Quando o conjunto resultante de linhas (fig. 5-C) é colocado sobre linhas regulares, uma série de curvas de Gauss é reproduzida em um padrão "moiré". Reduzindo o ângulo de intercessão entre as duas figuras, a curvatura aumenta (fig. 5-D):

A estroboscopia também é excelente maneira de traduzir iconograficamente a teoria para nosso conhecimento sensível. Tome-se o exemplo das técnicas de impressão na mesma chapa fotográfica de fases sucessivas de um corpo em movimento acelerado ou desacelerado (com auxílio do estroboscópio eletrônico), em que no resultado final tem-se verdadeiro "retrato" do conceito de aceleração (fig. 6).

#### A ILUSÃO DO MOVIMENTO

Se entendermos o movimento estroboscópico como percepção de movimento não correspondente ao movimento real, poderemos ter um enfoque melhor da questão. A visão dos psicólogos gestaltistas sobre a percepção do movimento, tem uma estrutura teórica bastante sólida para explicar esses fenômenos. Acabam facilmente com preconceitos anteriores bastante divulgados, como, por exemplo, o da persistência das imagens retinianas, frequente em qualquer explicação que se faça sobre nossa percepção do movimento no cinema. Isso não significa que não exista a persistência da imagem na retina, mas é evidente que a persistência tem uma luminosidade muito mais fraca que o novo estímulo que seria a nova imagem. E essa nova imagem se sobreporia tranquilamente a qualquer fraca persistência da imagem no olho.

Normalmente, a luminosidade de uma imagem de cinema não é de intensidade tal que permita uma longa persistência, e mesmo que isto ocorresse com um estímulo realmente forte numa imagem cinematográfica, o que se veria não seria um movimento contínuo e normal, por exemplo o de um sólido se deslocando, ou de um carro caminhando, e sim um carro com um rastro luminoso atrás, coisa pouco habitual, convenhamos ...

Paul Gillaume, gestaltista francês, em seu livro Psicologia de la Forma, argumenta contra algumas das explicações anteriores e atualmente aceitas sobre a percepção do movimento estroboscópico:

- A Percepção do Movimento

"Hoje em dia já não se duvida que exista uma percepção original do movimento, distinta da de uma série de posições de um corpo. Não querendo negar esta posição, desejou-se explicá-la como uma síntese de sensações, o que, pelo menos, significava reconhecer a existência de um problema, colocado por outra parte em termos incorretos.

"A Teoria da Forma apareceu pela primeira vez em um estudo de M. Wertheimer sobre o movimento estroboscópico, publicado em 1912. Projetamos sucessivamente em dois pontos de uma tela a imagem de um mesmo objeto, por exemplo um círculo luminoso. Em geral, ver-se-á a parecer o círculo imóvel na primeira posição, logo desaparecer e em seguida, na segunda, reaparecer imóvel. Porém, em certas condições de duração e distância das duas posições, só se verá um círculo que se desloca da primeira para a segunda posição, e este movimento aparente não poderá ser distinguido de um movimento real. É impossível

admitir aqui a existência de sensações invariavelmente ligadas a cada excitação momentânea e cuja soma seria o fenômeno observado. Portanto, a tese da constância é tão falsa para as excitações sucessivas como para as excitações simultâneas.

"Recordemos que se pode ter uma série de fases ao variarem as condições objetivas: dois objetos imóveis vistos sucessivamente (Suk.); - movimento de um objeto único (Opt.); - dois objetos imóveis vistos simultaneamente (Sim.). Estas aparências obedecem a leis bem determinadas; estão em função da intensidade luminosa, da duração das exposições e de seu intervalo e da distância dos objetos expostos; a variação de um desses fatores pode ser compensada por uma variação bem definida de algum dos outros dois. O mesmo movimento aparente apresenta variedades, conforme se veja (fig. 7-A) um só objeto em movimento em todo o trajeto ou dois objetos dos quais só um se move ou, enfim, (B) um objeto que começa o trajeto e outro que o termina. A forma do movimento depende da posição objetiva dada às duas figuras; se se projetam duas paralelas, vê-se uma translação; duas retas que formam ângulo dão uma rotação (C). A expor uma primeira imagem no centro, logo duas imagens simétricas em relação à primeira, tem-se um duplo movimento simultâneo em sentido contrário (D), como se o objeto médio se desdobrasse etc.

"Como compreender os fatos? Contrariando uma opinião muito difundida, assinalemos antes de tudo que o fenômeno estroboscópico não se explica de modo algum pela persistência das impressões retinianas; esta faria ver um ponto brilhante, não só na posição que ocupa, como ao mesmo tempo nas últimas posições que acaba de ocupar; pois todo mundo sabe que no cinema se vê um movimento do objeto e não um objeto imóvel com um rastro atrás de si. As explicações baseadas nos movimentos dos olhos (que podem em certas condições traduzir-se por movimentos aparentes dos objetos) devem ser rejeitadas porque se pode provar que esses movimentos não acontecem necessariamente (imobilidade de uma imagem consecutiva projetada sobre a cena durante o movimento aparente, possibilidade de um movimento duplo em sentido contrário etc.). As explicações pela atenção são confusas: atender a dois fenômenos sucessivos em dois pontos diferentes, é diferente de seguir o deslocamento de um objeto de um ponto a outro; por outro lado, o fenômeno estroboscópico não exige nenhuma atenção especial. A crença na identidade do objeto tampouco é a cau-

sa da percepção do movimento; esta identidade não existe no fenômeno do movimento duplo e, por outro lado, uma coisa é acreditar em um movimento, outra, é vê-lo.

"O fenômeno estroboscópico é, pois, uma percepção original; não é nem uma soma, nem uma síntese, nem uma interpretação das sensações, por meio de crenças. Deve dizer-se simplesmente que se vê um movimento em certas condições objetivas que determinamos. Seria completamente arbitrário admitir que essas condições objetivas que determinamos. Seria completamente arbitrário admitir que essas condições fariam ver um movimento apenas porque se tivesse tido anteriormente a experiência de movimentos reais.

"Longe de explicar o movimento estroboscópico como reminiscência de movimentos reais, é necessário ver neste fenômeno o tipo mesmo da percepção do movimento. Com efeito, o que ocorre quando vemos um movimento real? A retina é um mosaico de células sensoriais, cones e bastonetes. Cada um desses órgãos, excitados isoladamente, não pode dar a percepção de uma extensão ou de um deslocamento; trata-se aqui de propriedade do campo. Cada órgão elementar reage como uma unidade no momento que é alcançado pela pincelada de raios luminosos. O progresso da luz deslocada sobre a retina, produz, assim, uma série de excitações descontínuas, e a única diferença com a experiência estroboscópica provem da densidade maior das excitações no caso do movimento real".

Uma demonstração prática importante da nossa percepção basicamente estroboscópica, é o fato de percebermos no movimento da hélice de um avião áreas mais escuras que se deslocam às vezes para trás, dando a impressão de que a hélice está rodando ao contrário, e depois para a frente. É sabido que de dia, no aeroporto, num avião acelerando os motores, que não há nenhuma iluminação intermitente a provocar o fenômeno. Uma hipótese razoável para este acontecimento é que com a aceleração progressiva do motor, ele vai passando por frequências sucessivas, múltiplas da frequência média de percepção do nosso olho. Um pouco antes de atingir o ponto crítico em que as manchas correspondentes às partes das hélices parecem estar paradas, vemos um movimento para frente, progressivamente mais lento, até parar. Logo depois quando ultrapassam nosso ciclo de frequência, começam a andar para trás, lentamente. E isso repete-se várias vezes até chegar a uma velocidade constante, em que desaparece

esse efeito.

De um ponto de vista tecnológico, a estroboscopia possibilita, se acoplada com máquina fotográfica ou cinematográfica, compressão ou dilatação do tempo. Compressão porque os sistemas de foto intermitente, que Walt Disney usava em filmes para mostrar o desenvolvimento de flores, são um padrão periódico de fotografia, sem necessidade de luzes especiais, que comprimem o tempo de um acontecimento de dias em apenas alguns minutos de filme.

A análise estroboscópica não é fotografia em alta velocidade (esta é consequência do desenvolvimento do estroboscópio), mas uma série de flashes de milionésimos de segundo, repetidos milhares de vezes. Cinco mil flashes de milionésimos de segundo dão para acompanhar, por exemplo, a detonação de um bastonete de explosivo, ou o desenvolvimento da queda de uma gota numa superfície líquida, através de cinema ou fotos sucessivas.

Em síntese, se um padrão de intermitência artificial é mais rápido que nosso padrão de intermitência biológico, serve para tornar contínuos fenômenos descontínuos, como no cinema. Se o padrão de intermitência artificial é mais lento, tem-se a decomposição de fenômenos contínuos. Acrescente-se ainda que os padrões de intermitência de frequência próxima à nossa, provocam sensações visuais variáveis, segundo as pessoas e circunstâncias; ora simultaneidade, ora continuidade, ora fracionamento, ou seja, sensações ambíguas e imprevisíveis.

# TRABALHO PRÁTICO

Tese de CLAUDIO MAYA MONTEIRO



## Projeto proposto:

Embalagem comercial para caneca de chopp em aço inoxidável. (Realizada em 1972 para a Metalúrgica Meridional, São Paulo.)

### Condições do fabricante:

1. redução do custo de produção em relação à embalagem usada anteriormente;
2. aumento do "consumer-appeal" na forma e no "lay-out";
3. redução de espaço de estocagem.

A solução encontrada é baseada numa colmeia de hexágonos alongados acopláveis para a venda de conjuntos com 1, 2, 4 ou 6 canecas conforme a necessidade.

Acoplamento: feito com grampeador.

Cada embalagem possui alça individual para transporte, sendo que em conjuntos de 4 e 6 canecas não é necessário usar todas as alças.

4. redução do custo unitário: 25%  
redução do volume unitário: 61,6%

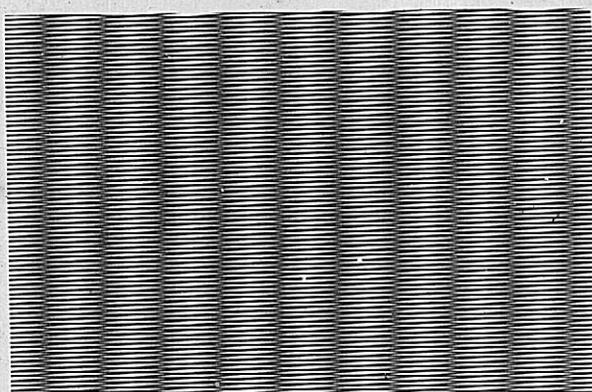
O material indicado é cartão triplex. Foi usado na caixa um vinco falso para encartuchamento.

O projeto é apresentado em duas (2) pranchas acompanhadas de tres (3) unidades montadas, uma caneca e a embalagem anterior.

### PRANCHAS

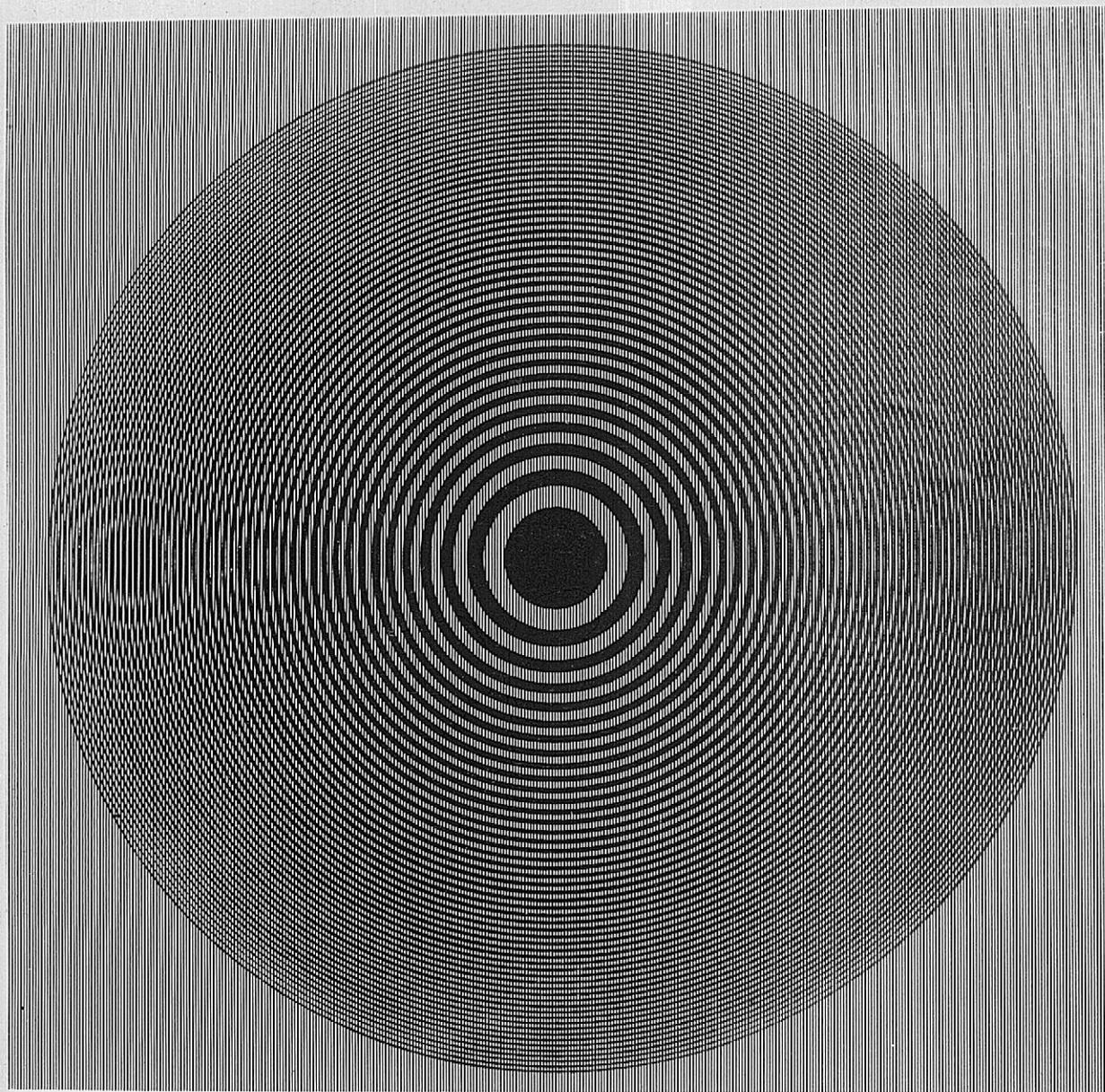
1. desenho de corte e vinco
2. "lay-out"

P 58  
1972



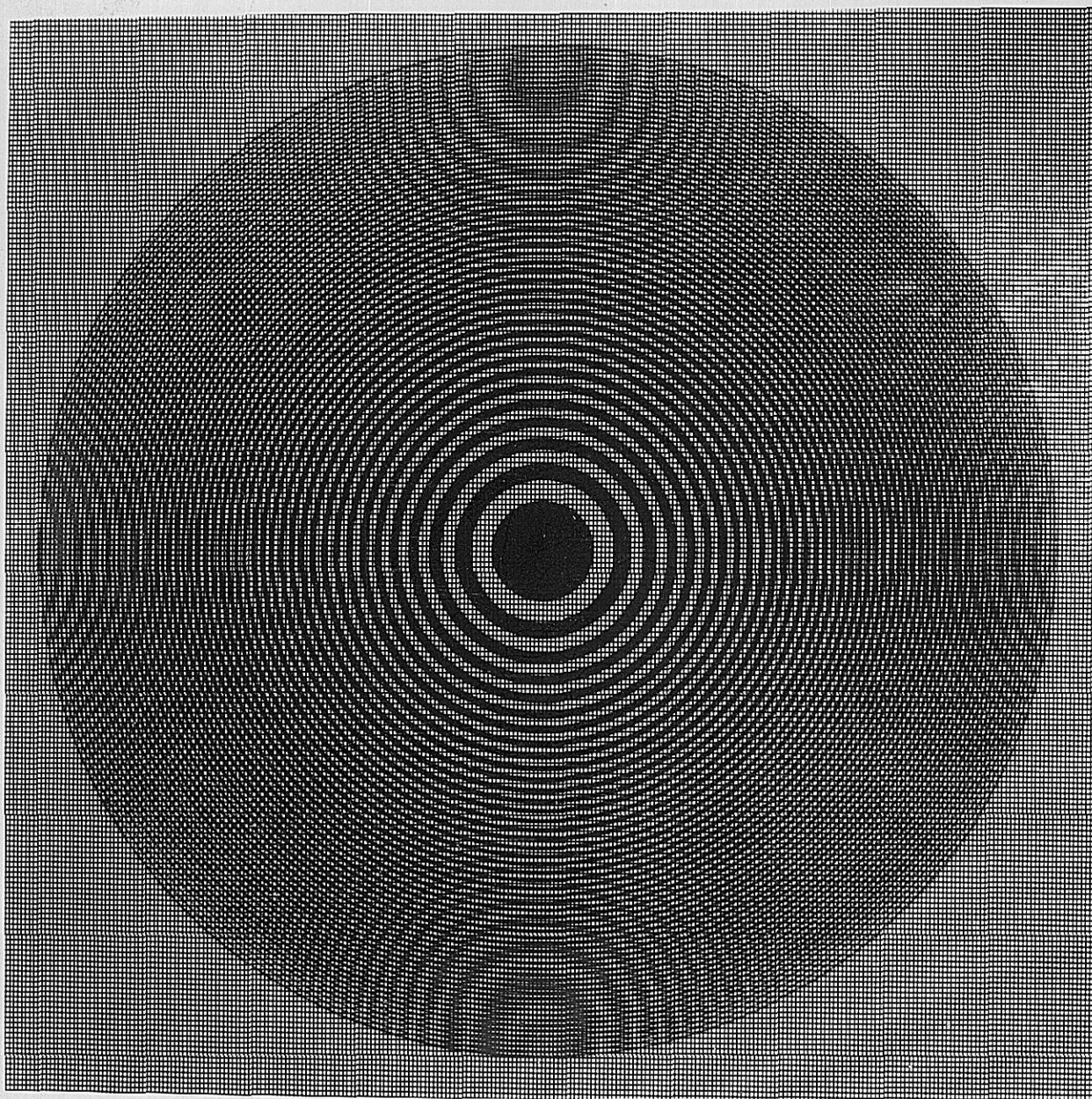
F.1

T 58  
1972

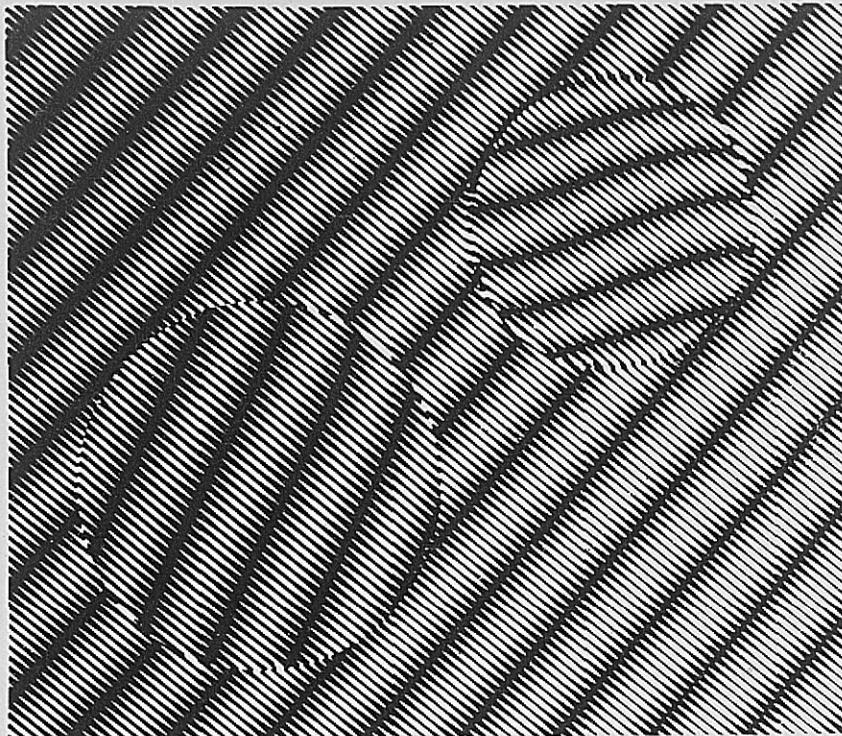


F.2

188  
1972



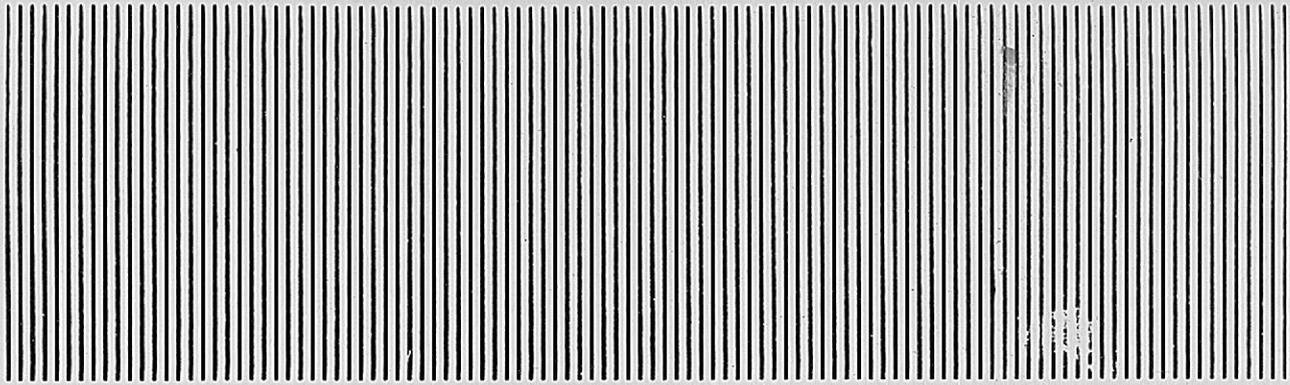
F.3



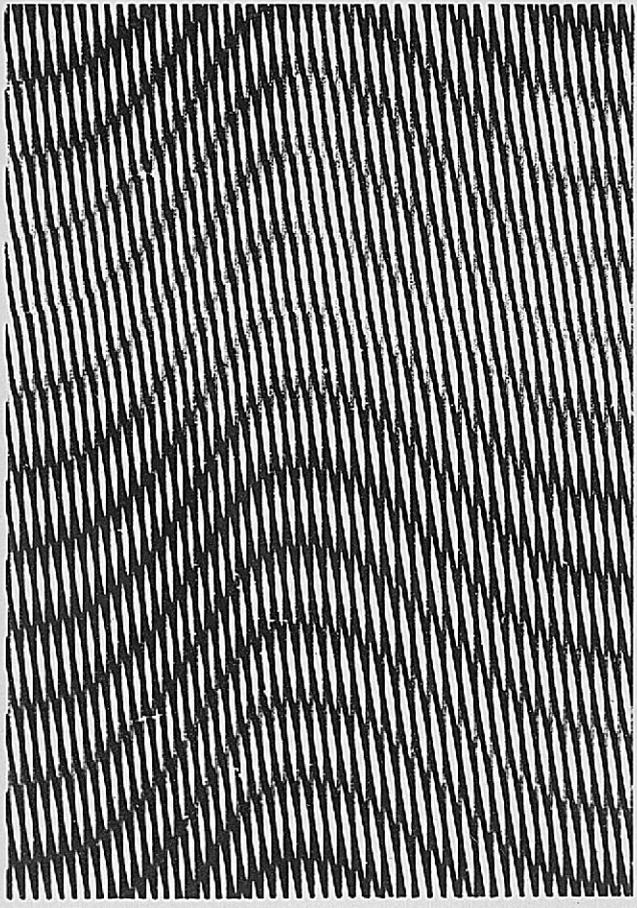
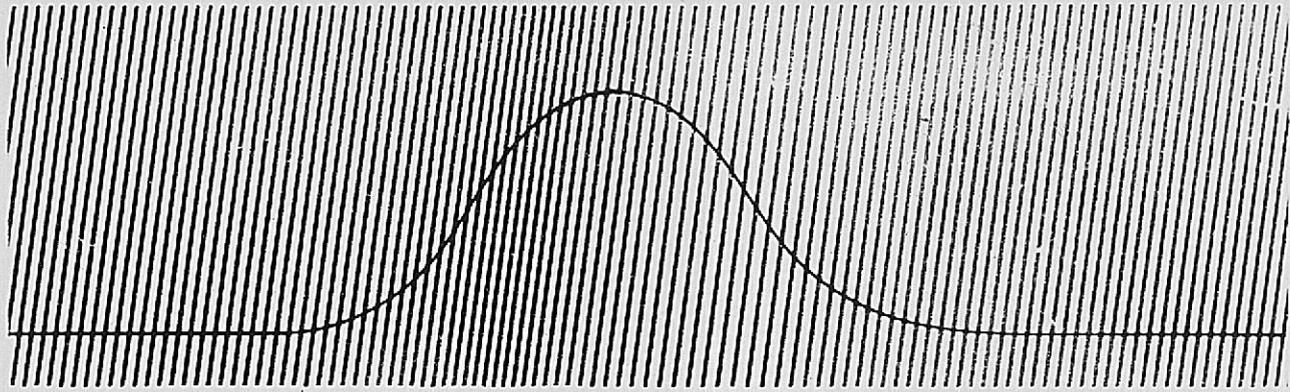
#### F.4

Quando lentes óticas são colocadas em cima de uma placa reticulada e observadas através de uma placa similar, aparece um efeito de rotação de trama "moirée". A lente maior, convergente, contrai a padronagem de baixo e a menor, divergente, expande; consequentemente, os "moirée" são rodados em direções opostas. Um "moirée" ondulado, dentro da área das lentes, significa que as lentes têm aberrações. Isso é uma aplicação bastante prática do "moirée" para análise de qualidade de lentes.

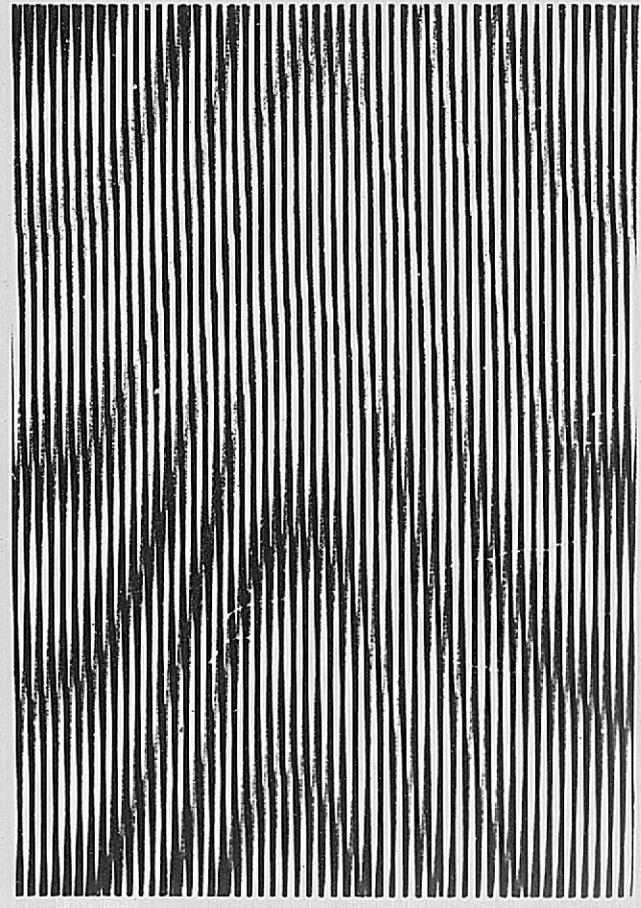
A



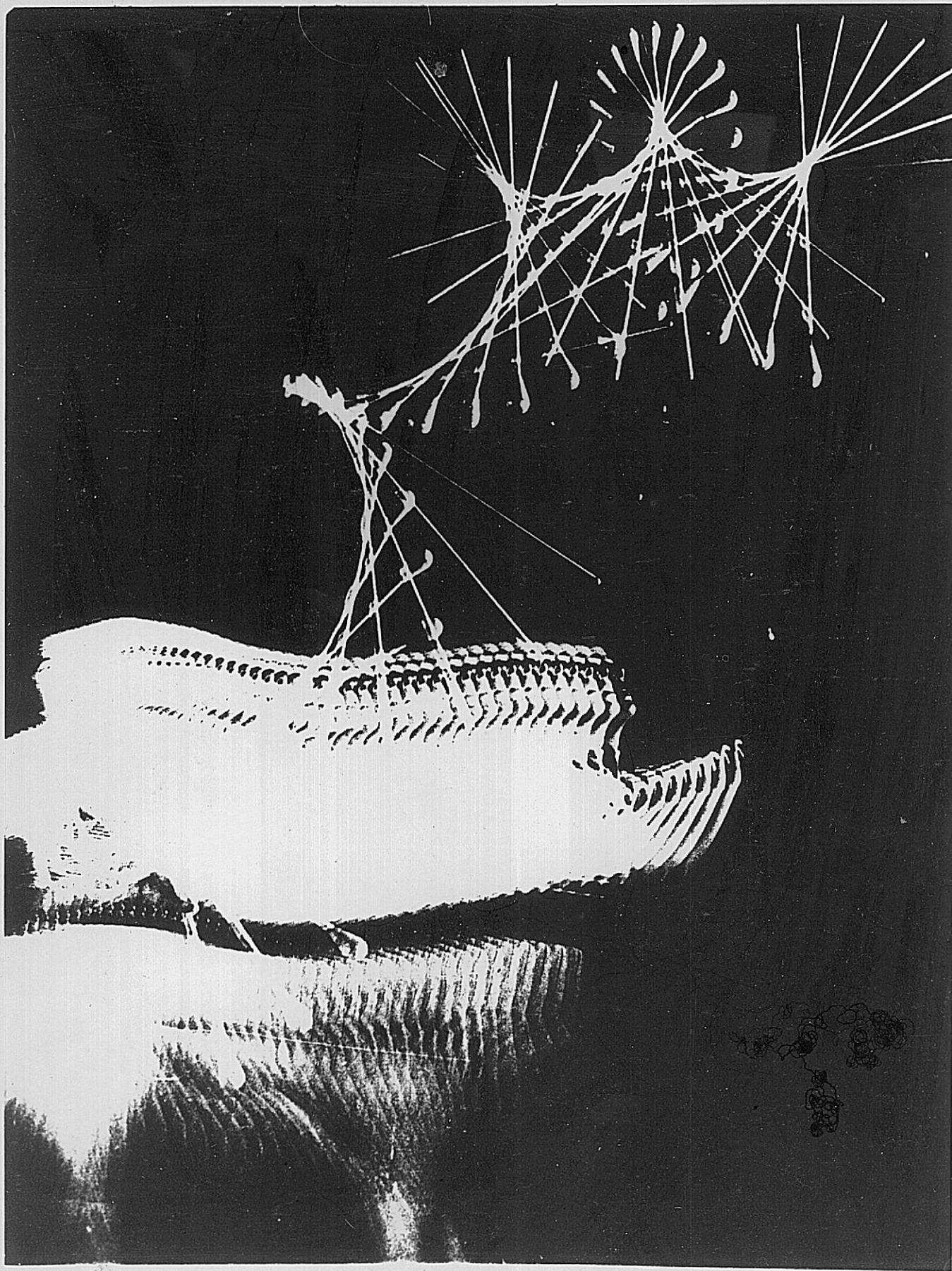
B



C

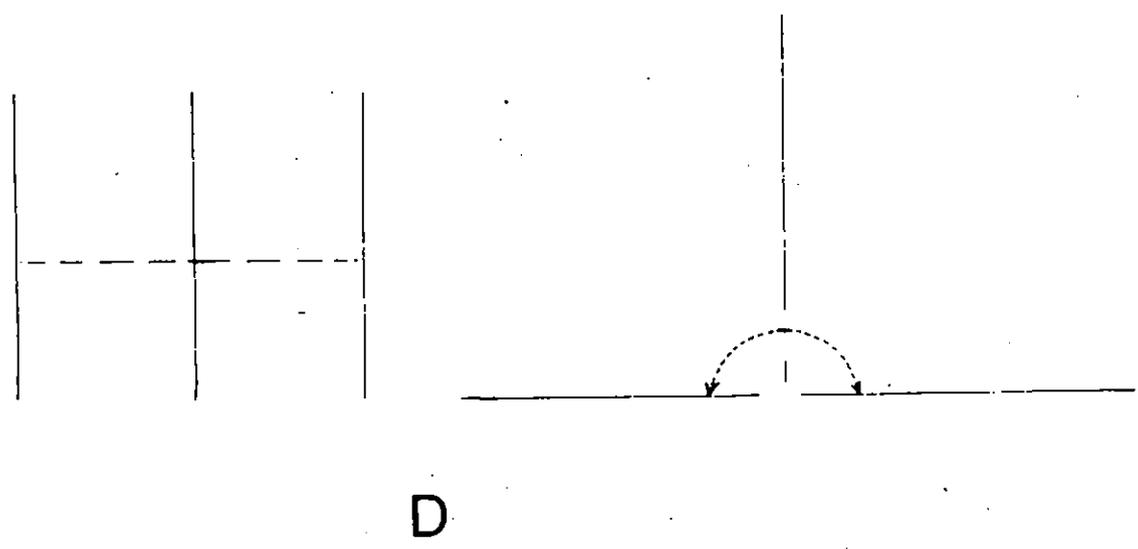
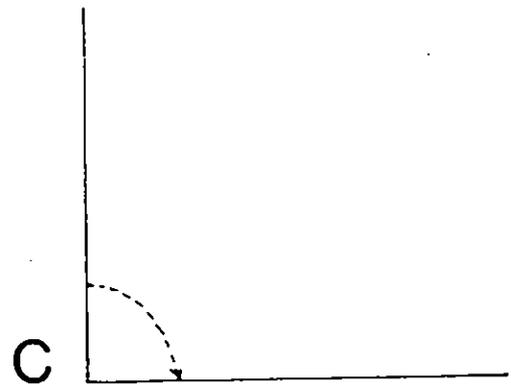
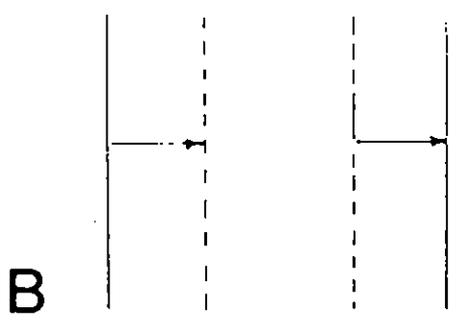
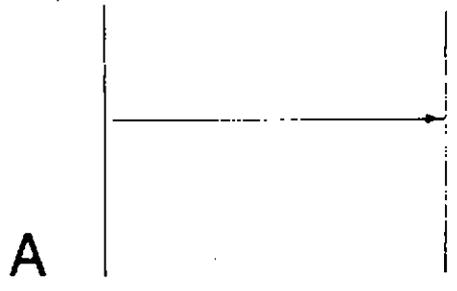


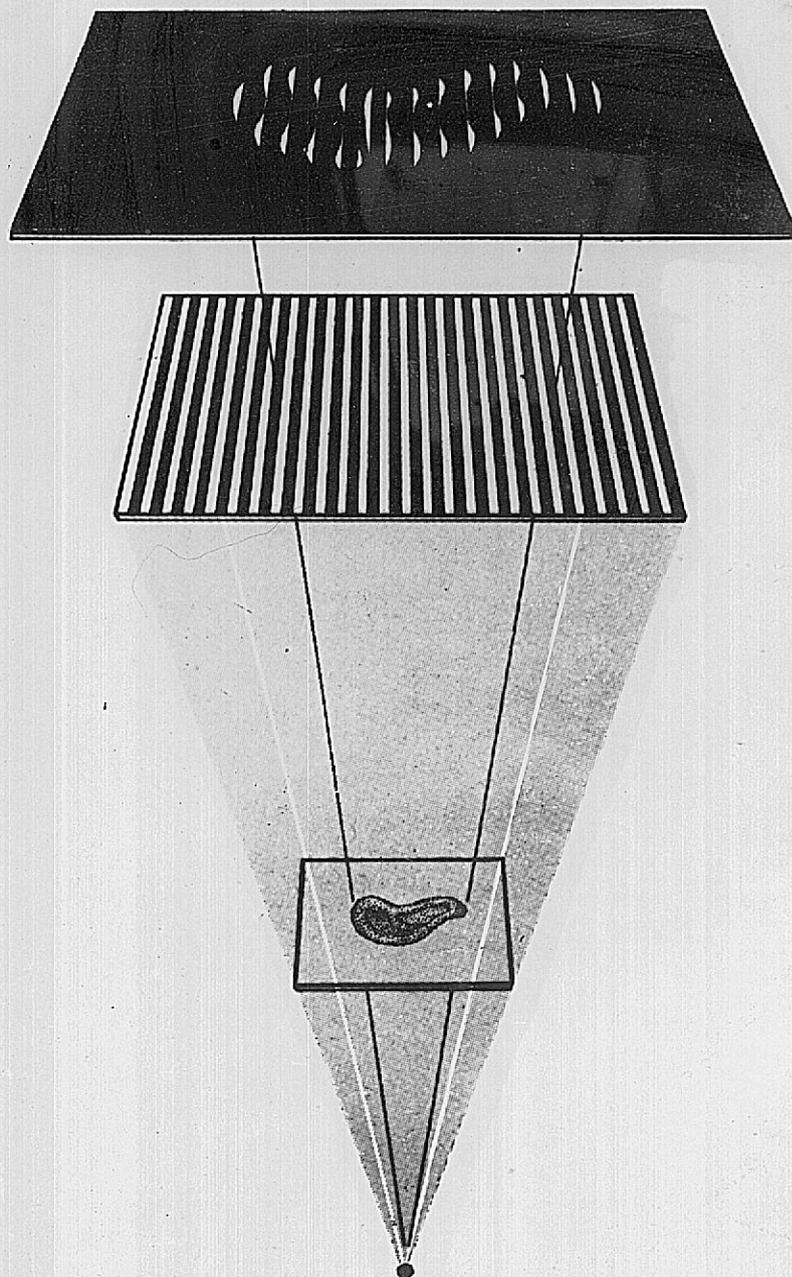
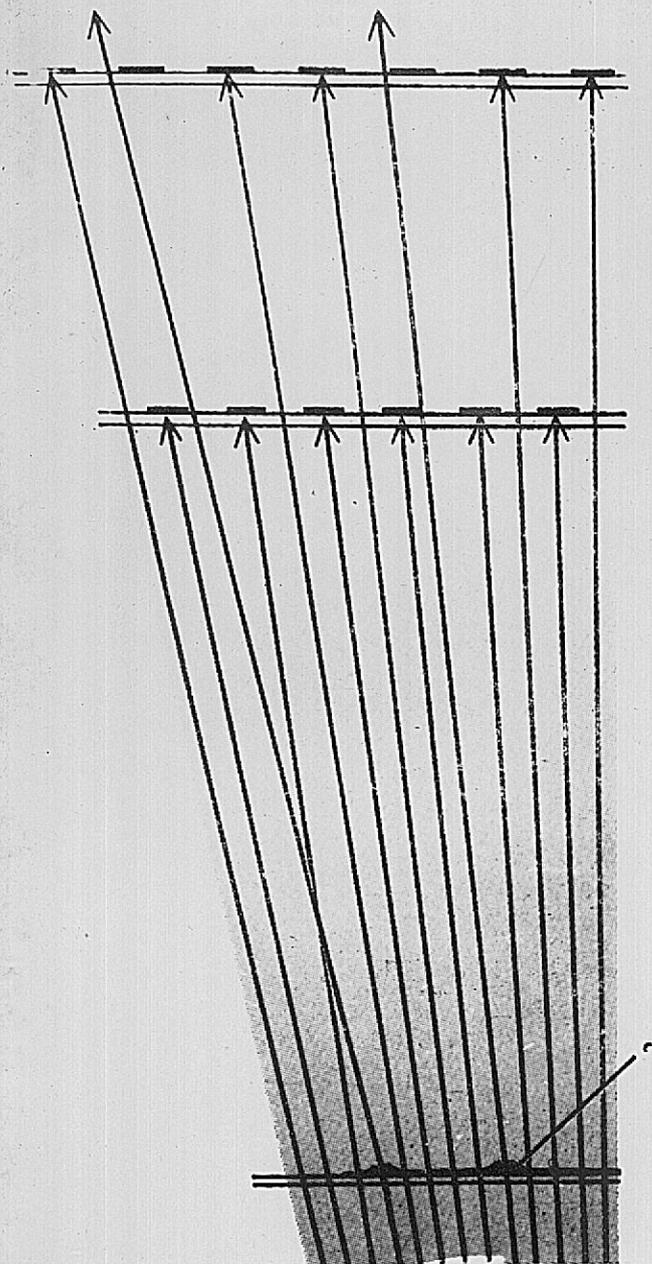
D



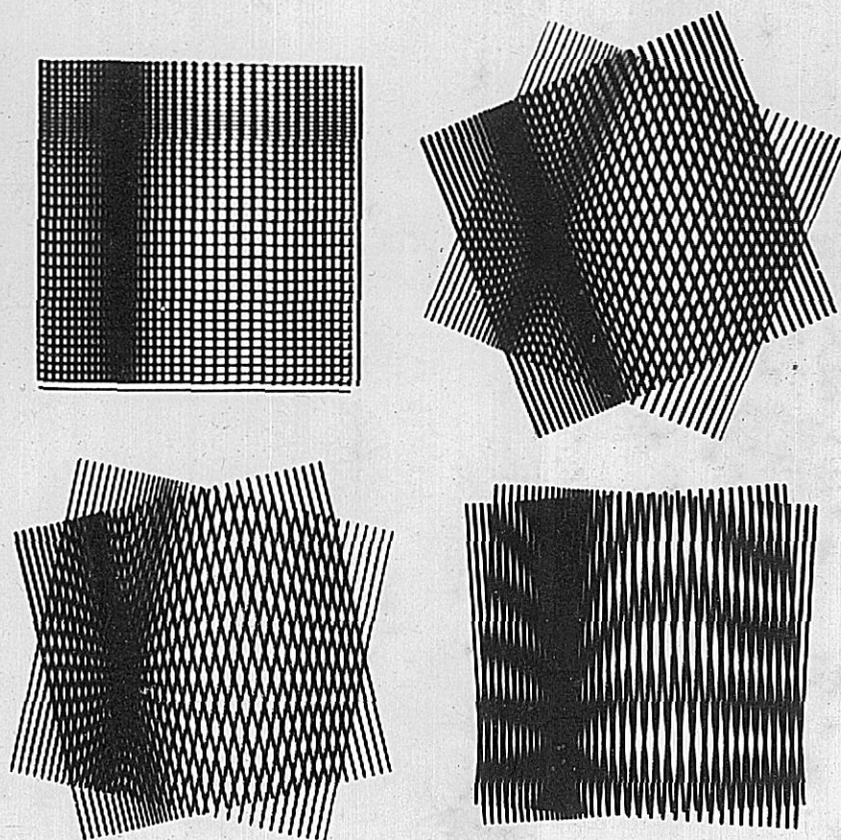
F.6

# F.7





Uma engenhosa aplicação dessa propriedade é o microscópio "moirée" sem lentes, que foi desenvolvido por Gerald Oster e Yasunori Nishijima. Eles empregam duas placas com padrões lineares paralelos, precisamente alinhados, um negativo do outro, de maneira que um bloqueie completamente a luz que caminha em sentido transversal aos dois planos. Se um espécime transparente é colocado no feixe de luz, muda a direção dos raios de acôrdo com as variações locais do índice de refração. Se alguma parte da luz variar de direção no meio de seu caminho, aparecerá na parte de cima. Olhando-se a placa de cima, veremos um "moirée" brilhante sôbre fundo escuro e o "moirée" é um mapa de índice refrativo do espécime.



Um exemplo de como criar espaços tri-dimensionais, geomêtricamente definidos, a partir de tramas iguais e de modulação variada.