

Manual Prático de Psicofísica

Autores: Prof. Dr. José Aparecido da Silva
Prof. Dr. Reinier Johannes Antonius Rozestraten

SUMÁRIO

CAPÍTULO I - ORIGEM E DESENVOLVIMENTO DA PSICOFÍSICA.....	4
1. A ORIGEM DA PSICOFÍSICA	4
2. GUSTAV THEODOR FECHNER (1801 - 1887).....	8
3. CRÍTICAS À LEI DE FECHNER	11
4. AVALIAÇÕES GERAIS DO TRABALHO DE FECHNER.....	13
5. NOVOS CAMINHOS DA PSICOFÍSICA.....	13
PARTE I - A PSICOFÍSICA CLÁSSICA.....	16
CAPÍTULO II - ALGUNS CONCEITOS BÁSICOS.....	16
1. O CONTÍNUO FÍSICO E O CONTÍNUO PSICOLÓGICO	16
2. OS LIMIARES.....	17
2.1. O Limiar Absoluto	17
2.2. O Limiar Terminal	18
2.3. O Limiar Diferencial	18
3. O VALOR PROBABILÍSTICO DOS LIMIARES, Os ERROS	19
4. A DISTRIBUIÇÃO NORMAL DOS VALORES LIMIARES INSTANTÂNEOS.....	22
CAPÍTULO III – OS MÉTODOS PSICOFÍSICOS CLÁSSICOS	26
1. O MÉTODO DOS LIMITES	26
2. O MÉTODO DOS ESTÍMULOS CONSTANTES.....	27
3. O MÉTODO DO ERRO MÉDIO	28
CAPÍTULO IV - A DETERMINAÇÃO DO LIMIAR ABSOLUTO	30
1. O MÉTODO DOS LIMITES.....	30
2. MÉTODO DO PONTO CENTRAL	36
3. O MÉTODO DOS ESTÍMULOS CONSTANTES.....	37
CAPÍTULO V - A DETERMINAÇÃO DO LIMIAR DIFERENCIAL	54
1. O MÉTODO DOS LIMITES	54
1.1. O Limiar Diferencial	55
1.2. O Ponto de Igualdade Subjetiva - PIS	56
1.3. O Erro Constante (EC).....	56
1.4. A Constante de Weber (K).....	56
1.5. O Intervalo de Incerteza (I.I)	57
2. O MÉTODO DAS SÉRIES PLENAS E ORDENADAS.....	58
3. O MÉTODO DOS ESTÍMULOS CONSTANTES	61
4. O MÉTODO DO ERRO MÉDIO	66
CAPÍTULO VI – MÉTODOS ESCALARES	71
PARTE I - INTRODUÇÃO AOS MODELOS MATEMÁTICOS.....	71
PARTE II - A MEDIDA EM PSICOLOGIA.....	72
PARTE III - ESCALAS	73
1. ESCALA NOMINAL	73
2. ESCALA ORDINAL	74
3. ESCALA DE INTERVALO.....	75
4. ESCALAS DE RAZÃO.....	77

PARTE IV - MÉTODOS BASEADOS EM JULGAMENTOS DE INTERVALO E DE RAZÃO	79
1. MÉTODO DE DISTÂNCIAS PERCEBIDAS COMO IGUAIS	80
2. MÉTODO DE INTERVALOS APARENTEMENTE IGUAIS	86
3. MÉTODOS BASEADOS EM JULGAMENTO DE RAZÃO	91
4. O MÉTODO DE FRACIONAMENTO.....	91
5. O MÉTODO DOS ESTÍMULOS MÚLTIPLOS	97
6. O MÉTODO DAS SOMAS CONSTANTES	99
7. MÉTODO DE ESTÍMULOS SINGULARES.....	100
8. O MÉTODO DE ORDENAÇÃO (RANKING, RANK ORDER).....	108
9. MÉTODO DE ESTÍMULOS ISOLADOS	113
10. MÉTODO DE COMPARAÇÃO AOS PARES.....	120
CAPÍTULO VII: MENSURAÇÃO DAS ATITUDES	126
1. ESCALAS DE ATITUDE	126
1.1. ESCALA DO TIPO THURSTONE	126
PARTE III A TEORIA DA DETECÇÃO DE SINAL (KLING&RIGGS, 1971)	132
CAPÍTULO VIII - CONCEITOS BÁSICOS SOBRE O LIMIAR.....	132
1. CONCEITO CLÁSSICO DE LIMIAR	132
2. A HIPÓTESE DOS QUANTA.....	132
3. COMENTÁRIOS GERAIS SOBRE A PSICOFÍSICA CLÁSSICA	134
CAPÍTULO IX: O MODELO DE ANÁLISE DE DECISÃO APLICADO AO LIMIAR PSICOFÍSICO.....	136
1. VIÉS RELACIONADO COM A EXPECTATIVA DO SUJEITO A RESPEITO DA PROBABILIDADE DE S	138
2. O VIÉS RELACIONADO COM OS EFEITOS DE REFORÇOS E DE PUNIÇÕES	140
3. A DISTRIBUIÇÃO HIPOTÉTICA DOS EVENTOS SENSORIAIS.....	142
4. A RAZÃO DE VEROSSEMELHANÇA (LIKELIHOOD RATIO).....	142
5. O EFEITO DA MAGNITUDE DO ESTÍMULO O LIMIAR DIFERENCIAL	145

CAPÍTULO I - ORIGEM E DESENVOLVIMENTO DA PSICOFÍSICA

1. A origem da Psicofísica

É com certa dificuldade que durante o século passado a Psicologia começou a se separar da Filosofia para levar uma vida autônoma. Outras ciências, tais como a astronomia, a Física e a Química e mesmo a Biologia e a Fisiologia, tinham conquistado sua autonomia à medida que conseguiram introduzir a quantificação e a mensuração. Uma vez que Descartes tinha delimitado o campo da Psicologia ao “estudo dos fenômenos da consciência” e que esta consciência era tida como essencialmente espiritual e apenas suscetível a diferenciações qualitativas era difícil de construir uma Psicologia digna se ser chamada “Ciência”. A Filosofia e a Física muito contribuíram para que a Psicologia pudesse achar aos poucos seu caminho de experimentação, de quantificação e de mensuração, mesmo que os cientistas que contribuíram para tornar a Psicologia uma ciência autônoma não tiveram absolutamente esta intenção.

Os cientistas que colaboraram mais efetivamente para abrir este caminho para a Psicologia foram Ernst Heirch Weber (1795-1878) professor de anatomia e depois também de Fisiologia na Universidade de Leipzig e Gustav Theodor Fechner (1801-1887) formado em medicina na mesma universidade onde depois foi contratado como professor de Física e que se dedicou às pesquisas em Psicofísica para descobrir experimentalmente qual a relação entre a mente espiritual e o mundo material. Prepararam eles o caminho para Wilhelm Wundt, fisiólogo, para uma luta mais consciente pela autonomia da Psicologia, fundando em 1879 na mesma Universidade de Leipzig, o primeiro laboratório de Psicologia Experimental.

Ernst Heirch Weber (1795-1878) empreendeu, entre os anos de 1829 e 1834, uma série de experimentos sobre as sensações cutâneas e cinestésicas que ele publicou numa monografia intitulada “De tactu: anotationes et physiologicae”. Estudando a influência do sentido muscular (cinestésico) sobre a avaliação de pesos, ele realizou um experimento que se tornou bastante importante para a origem da Psicofísica. Tentou saber até que ponto a discriminação de pesos é influenciada pelo sentido muscular. Para tanto pediu às pessoas que se submeteram a seus experimentos e que doravante chamaremos de “sujeitos” para levantarem pesos, comparando-os; portanto com uma participação ativa da musculatura, e depois também para avaliarem os mesmos pesos que lhes eram colocados na mão pelo experimentador; portanto sem participação ativa da musculatura. Por meio desta pesquisa chegou as seguintes conclusões:

1º. Como resposta ao problema proposto: a sensibilidade ao peso era bem mais aguda quando o sentido muscular participava ativamente, quer dizer, quando os próprios sujeitos levantavam os pesos.

2º. Não existe uma relação direta entre o tamanho de uma diferença e a capacidade do sujeito de percebê-la. Em outras palavras, a percepção da diferença não depende da magnitude absoluta da diferença, mas da razão entre a diferença e o padrão.

Esta segunda conclusão temos que traduzir em termos mais concretos. Quando ele colocava na mão do sujeito de experimentação um peso padrão (um peso com o qual outros pesos devem ser comparados dizendo se são mais leves, mais pesados ou iguais)

com um valor de 800 gramas e pedia para compará-lo com os pesos de comparação, verificou que a diferença era sentida quando alcançava mais ou menos 200 gramas, portanto mais ou menos $\frac{1}{4}$ do peso padrão. Porém, quando usava um peso padrão de 100 gramas somente precisava de um peso de mais ou menos 75 gramas ou de mais ou menos 125 gramas para que a diferença fosse percebida. Em ambos os casos a “diferença apenas perceptível” (d.a.p.) era $\frac{1}{4}$ do peso padrão. Esta relação mudava para mais ou menos $\frac{1}{40}$ quando os pesos eram levantados ativamente incluindo assim o sentido muscular. Mas também neste caso a razão entre o padrão e a mínima diferença percebida permanecia sempre constante. Os resultados dos quatro sujeitos usados por Weber neste experimento foram em linha geral os mesmos.

Este resultado não era inteiramente novo, pois em 1760 Bouguer já tinha realizado um experimento que antecipou a lei de Weber. Este experimento consistiu no seguinte: Tomou duas velas, uma haste vertical e uma tela na qual se projetavam as sombras. Ele movimentava uma das velas afastando-a da haste até que a sombra por ela produzida mostrava uma diferença apenas perceptível (d.a.p.) da tela iluminada pelas duas velas. Em seguida ele fez o experimento com outras distâncias e para uma outra d.a.p.. Por fim, na base de várias observações, chegou à conclusão que duas iluminações eram diferentes apenas perceptivelmente quando a razão das distâncias era mais ou menos $\frac{1}{64}$. Esta razão para as d.a.p. não dependia da iluminação total; quer dizer, esta razão era a mesma para duas velas com uma chama maior e duas velas com uma chama menor. Sendo que Bouguer foi o primeiro em constatar este fenômeno, os franceses preferem falar da lei de Bouguer-Weber.

No entanto, não foi a próprio Weber que formulou uma lei, que ele queria apenas mostrar que a d.a.p. entre dois pesos pode ser expressa como uma razão entre os pesos, uma razão que é independente do tamanho dos pesos usados. Esta razão, no entanto, é algo quantitativo, e é isto que é importante. Depois Weber estendeu seus experimentos também para o campo da visão e o campo da audição, notando que a d.a.p. entre duas linhas apresentadas e comparadas pode ser expressa pela razão de $\frac{1}{50}$ ou $\frac{1}{100}$.

Weber, sem dúvida acreditava ter achado e formulado um princípio geral e importante, mas não podia supor que estes experimentos formariam a base para a Psicofísica que por sua vez abriria o caminho para que a Psicologia pudesse tornar-se ciência. Pois com estes experimentos ele descobriu o conceito do limiar diferencial que desempenhará depois um papel importante na psicologia experimental.

Falando sobre o desenvolvimento posterior a Weber, Flugel, no seu livro “A hundred years of Psychology” (p. 79) diz o seguinte: “Todos estes desenvolvimentos, no entanto, estavam provavelmente longe dos pensamentos de Weber quando ele realizou suas observações pioneiras. Ele não podia prever os usos que se fariam se seus métodos, nem podia estar consciente que estava lançando os fundamentos para um novo ramo da ciência. Não obstante disto temos talvez que considerar as observações pacientes e persistentes de Weber como o verdadeiro começo da Psicologia Experimental. Com Fechner esta nova disciplina tornou-se autoconsciente, e com Wundt começou a pedir um lugar (seja, inevitavelmente, ainda um lugar modesto) entre suas ciências irmãs. Mas realmente pode se dizer que ela começou com Weber, mesmo que seu criador não era consciente do significado de seu empreendimento”.

Os resultados dos experimentos relatados se referem à diferença perceptível entre um estímulo e um outro; isto é, o limiar diferencial (L.D.). Portanto trata-se de saber quantas unidades de medida se devem acrescentar ou tirar do estímulo de comparação para que

este seja percebido como diferente do estímulo padrão expresso nas mesmas unidades constitui a chamada Razão de Weber ou Fração de Weber. Isto porque esta relação normalmente é expressa numa fração na qual como denominador colocamos o tamanho do estímulo padrão e como numerador a diferença apenas perceptível. Muitas vezes se acha também a razão de Weber expressa em decimais. Por exemplo: quando temos uma linha de 100mm e a percebemos apenas diferente de uma linha de 99mm ou de 101mm e não percebemos diferenças com linhas de 99,5mm ou 100,5mm então podemos dizer que a diferença apenas perceptível neste caso é de 1mm e a fração de Weber seria, portanto, 1/100 ou 0,01. Da mesma forma, quando temos uma mala de 40Kg e aumentamos ou diminuimos 1Kg nós notamos esta diferença, mas não a notamos quando é menor que 1Kg. A fração de Weber neste caso é 1/40 ou 0,025. Aplicando esta mesma fração a pesos diferentes podemos prever quando um aumento ou uma diminuição é percebido. Assim para que uma mala seja apenas perceptivelmente diferente de uma mala de 20 Kg ela deve ser 0,5Kg mais pesada ou mais leve, e logicamente uma mala de 82Kg ou de 78Kg será apenas perceptivelmente diferente de uma mala padrão de 80Kg.

Na vida comum todo mundo aplica intuitivamente esta lei. Quando a quantidade de sopa deve ser o dobro, então a cozinheira tem que colocar duas vezes mais sal; quando estamos conversando aumentamos a voz proporcionalmente ao barulho que está em volta. Todo mundo sabe que a luz de outra vela é bem notada, pois o acréscimo corresponde a um aumento de 100%; porém, quando a mesma vela for colocada ao lado de uma lâmpada de 200 watts, o aumento em que sua luz dá nem será notado. Estrelas mais claras demoram mais a desaparecer perante a luz do dia e são mais rápidas para aparecer no crepúsculo do que as estrelas mais fracas. Um aumento de um centímetro no comprimento do nariz de Cleópatra teria mudado o curso da história humana, enquanto um centímetro no comprimento de seus braços nem seria notado. Para que haja um “destaque” num anúncio, as letras usadas devem ser bem maiores ou diferentes, senão confundem-se com o resto do impresso. Um violino acrescentado a um quarteto faz bastante diferença, porém não seria notado se fosse acrescentado a uma orquestra sinfônica.

Não é o fato de “uma certa relatividade” que constitui a importância do trabalho de Weber, pois este fato já era suficientemente conhecido há séculos. Sua importância consiste no fato de ter conseguido uma expressão matemática numa razão constante da modificação de um estímulo, modificação esta necessária para que o estímulo seja percebido como diferente, e também que esta razão é diferente para os diversos órgãos de sentido, apesar de ser constante dentro da mesma qualidade sensorial de um mesmo sentido.

A Lei de Weber foi expressa matematicamente por Fechner na seguinte fórmula: $DR/R = C$, onde R (proveniente de “Reiz” que em alemão significa o “Estímulo”), e o DR é a quantidade que se deve acrescentar ou diminuir nos estímulos de comparação para que a diferença se torne apenas perceptível. Esta razão de Weber fornece uma constante para cada um dos órgãos de sentido e suas modalidades; assim há uma fração de Weber para as diferenças na intensidade de som e uma outra para a discriminação de frequência de ondas sonoras; ambas modalidades do sentido auditivo.

Estudos posteriores mostraram infelizmente que a chamada constante de Weber não é tão constante como gostaríamos que fosse. Ele se mostra bastante constante nos valores médios do estímulo, mas à medida que o estímulo se torna muito fraco ou muito forte ela aumenta. Isto quer dizer: quando temos um som muito fraco precisamos aumentá-lo mais para ouvir uma diferença do que quando temos um som médio, e a mesma coisa

acontece com um som muito forte. Mas já é bastante útil que ela se mantém aproximadamente constante nos valores intermediários que são os mais usados.

De uma forma mais genérica a Lei de Weber pode ser formulada da seguinte maneira: “Comparando magnitudes, o que percebemos não é a diferença aritmética, mas a razão das magnitudes” (Woodworth, 1938). Podemos, no entanto, tentar dar uma formulação mais explícita e científica que possa servir de orientação para aquilo que se faz realmente quando se procura verificar esta lei no laboratório de Psicologia. Portanto uma formulação mais operacional desta lei, assim como propõe Thurstone (1943). Pois quando dizemos que percebemos mais as razões que as diferenças reais dos estímulos não expressamos bem o que se faz no laboratório. A formulação já fica um pouco melhor quando dizemos que o limiar diferencial é uma fração constante do estímulo. Porém normalmente nos experimentos vemos que o sujeito compara dois estímulos quais deles temos que tomar como denominador? Podemos tomar a média dos dois como um padrão, e então formular da seguinte maneira: a diferença entre dois estímulos que pode ser apenas percebida é uma fração constante da sua magnitude média. Mas quando vamos experimentar vemos que esta diferença não é coisa estável, em algumas tentativas o sujeito percebe a diferença que ele não percebe em outras tentativas. Quanto maior a diferença tanto mais freqüentemente o sujeito a perceberá, e quando a diferença é bastante grande ele a perceberá todas as vezes ou em 100% das tentativas. Pelo contrário, quando a diferença é menor ele a perceberá em muito menos tentativas até chegar a um ponto em que a diferença é tão pequena que ele nunca perceberá. Estamos, portanto, perante uma graduação do comportamento: O sujeito nota a diferença sempre, ou em grande número de tentativas, ou na metade ou em menos do que a metade das tentativas ou não a percebe em nenhuma das tentativas.

Para obter o critério fixo temos que formular a Lei de Weber em termos de freqüência relativa de julgamentos corretos que exigimos para a definição do limiar. Esta dificuldade, conforme Thurstone, poderá ser resolvida formulando a lei de Weber da seguinte forma: $P(R < kR) = C$, onde C representa qualquer proporção de respostas nas quais a diferença é notada, com exceção do zero, o que significaria que a diferença nunca é notada; e de um (1), o que significaria que a diferença é notada em 100% dos casos. Tomando como valor do estímulo $R=100g$, podemos achar que em 75% dos julgamentos, caso tomemos C como 0,75 - kR é igual a 103g. O constante k neste caso é 1,03 a unidade (1) é acrescentada para manter o R. Quando verificamos que o valor de k é igual para todos os valores de R; então temos verificada a Lei de Weber para a proporção constante $C=0,75$. A constante $k - 1$ é igual a fração de Weber. No caso acima é 0,03, enquanto que para outros estímulos como, por exemplo, para o brilho, é de 0,01. Quanto menor a razão de Weber, tanto maior a sensibilidade para este tipo de estímulo.

Como norma prática para experimentos de determinação do Limiar Diferencial e da Constante de Weber, tomamos como L.D. o valor que em 75% dos casos foi julgado corretamente como diferente apenas perceptivelmente do estímulo padrão. Mesmo que se pudessem aceitar outras porcentagens, se aceita 75%, porque este valor está entre 50% dos casos, o que poderia ser um simples acertar ao acaso: 50% sim e 50% não, e os 100% dos casos, quando o sujeito sempre percebe a diferença, estando este valor de certo acima do limiar. Como veremos mais adiante no Capítulo V, isto é válido quando se usam apenas dois julgamentos; quer dizer, o sujeito diz apenas se o estímulo de comparação é maior ou menor do que o estímulo padrão, quando se usa três julgamentos; quer dizer, além de maior e menor o sujeito também pode emitir o julgamento = (igual), então se costuma usar o critério de 50%, ou $C=0,50$.

Citemos aqui o exemplo de comparação de comprimentos de linha. Suponhamos que uma linha de 101mm em 75% dos julgamentos é julgado maior que uma linha de 100mm, então a Constante de Weber é igual a 0,01. Aplicando a mesma constante a um estímulo de 50mm, o valor da linha que em 75% deverá ser julgado como maior é de 50,5mm, e numa linha de 200mm, deverá ser 202mm, de tal forma que em todos os casos as proporções são iguais.

Desta forma, podemos formular a Lei de Weber também da seguinte maneira: o incremento de qualquer estímulo dado é corretamente percebido em 75% (ou outra porcentagem determinada) dos julgamentos, é uma fração constante da magnitude do estímulo. (Garrett, 1951)

2. Gustav Theodor Fechner (1801 - 1887).

Mesmo que Weber abriu, através de suas experiências, o caminho para a Psicofísica, foi Fechner quem forneceu a fundamentação, o primeiro desenvolvimento e o Status a este novo ramo de ciência. Interessado em Fisiologia, seguiu o curso de medicina e depois de formado voltou-se para a Física e a Matemática, traduzindo mais de uma dezena de manuais de física e química do francês para o alemão. Isto e também suas pesquisas com fenômenos elétricos lhe deram alguma fama e fizeram com que ele fosse nomeado professor de Física na Universidade de Leipzig. Isto se deu em 1834 quando tinha 33 anos e já tinha publicado mais de quarenta artigos. Cinco anos depois teve que desistir da sua posição universitária por motivo de doença, estava esgotado e tinha prejudicado seriamente sua vista com experimentos de cores subjetivas e pós-imagens, olhando para sol através de vidros coloridos.

Ao lado destas atividades científicas, Fechner sentiu também uma missão filosófica e mística, e lutava contra o crescente materialismo e em favor de um Pampsiquismo. Sob o pseudônimo de Dr. Misses publicou diversas obras que tinham por objetivo principal afirmar a espiritualidade e a existência depois da morte bem como a íntima relação entre o mundo no seu aspecto material e no seu aspecto psíquico. O período de 1839 a 1951 foi marcado por um grande isolamento. Foi durante este período que Fechner desenvolveu mais o que ele chama de “visão diurna” e espiritual da realidade contra a “visão noturna” do materialismo. Defendia que a consciência existe em tudo, inclusive nas plantas e na terra.

Por estranho que pareça foram seus interesses filosóficos e místicos que o tornaram fundador da Psicofísica e não seus conhecimentos de Física e de Matemática, mesmo que estes últimos lhe foram de grande ajuda na realização de sua tarefa. Na histórica manhã de 22 de outubro de 1850, Fechner estava deitado na cama, pensando sobre estes problemas filosóficos, quando teve a idéia de que se ele conseguisse demonstrar que havia uma equação entre o aspecto material e o aspecto físico da realidade, ele poderia chegar a um a eliminação do dualismo mente-corpo ou espírito-matéria em favor de uma identidade no pampsiquismo. Já conhecia o trabalho de Weber do qual ia reconhecer mais tarde o valor básico para a psicofísica, tanto que a Lei que agora denominamos Lei de Fechner foi por ele chamada Lei de Weber.

Também conhecia a afirmação de Daniel Bernoulli (1738) que a Fortuna Moral (psíquico) é proporcional ao logaritmo da Fortuna Física (Material). No entanto, o pensamento de Fechner começa bastante simples: a sensação ou a parte psíquica é uma função do estímulo ou da parte física. Os estímulos são mensuráveis, mas como é que se podem medir as sensações? Chegou então à conclusão de que as magnitudes sensoriais

poderiam ser medidas em termos de sensibilidade. No seu livro “Zend-Avesta, oder ueber die Dinge des Himmels und des Jenseits” (A revelação do verbo, ou sobre as coisas do céu e do além), ele esboçou as linhas básicas de todo um programa de trabalho psicofísico. Depois deste livro que apareceu em 1851, Fechner dedicou-se durante nove anos à experimentação em psicofísica, publicando finalmente em 1860 sua obra mestra: “Elemente der Psychophysik” definindo a Psicofísica como “a ciência exata das relações funcionais ou relações de dependência entre corpo e espírito”.

Apesar de que, provavelmente, a posição filosófica tenha prejudicado o trabalho de Fechner, as bases experimentais e matemáticas sólidas de sua obra fizeram com que grandes cientistas lhe dessem a devida atenção. Helmholtz, um dos maiores fisiologistas da época, propôs uma modificação da fórmula fundamental de Fechner. Wundt, o futuro fundador do primeiro laboratório de Psicologia chamou a atenção sobre a importância do trabalho de Fechner e muitos trabalhos naquele laboratório foram feitos na base da metodologia desenvolvida por Fechner. Delboeuf, que depois, na Universidade de Liège tanto faria pelo desenvolvimento da Psicofísica, começou sua pesquisa sobre brilho em 1868, baseando-se no trabalho de Fechner. Embora “Elemente der Psychophysik” não tenha sido um “bestseller”, pelo menos ganhou atenção e o interesse daqueles que foram capazes de levar a pesquisa psicofísica adiante.

As razões filosóficas e os interesses do apóstolo do pampsiquismo em provar a identidade de corpo e mente ficaram esquecidos e o que permaneceu foi seu trabalho experimental e seu trabalho metodológico. Até o ano de 1865 continuou trabalhando em psicofísica, depois dedicou 10 anos ao estudo da estética experimental, voltando para a psicofísica em 1877, publicando “Im sachen der Psychophysik” (“Assuntos relativos à Psicofísica”). Cinco anos mais tarde, ainda escreveu outro livro importante: “Revision der Hauptpunkte der Psychophysik” (Revisão dos Pontos Principais da Psicofísica), onde trata das críticas e das ligações com a Psicologia Experimental que estava se desenvolvendo no laboratório de Wundt.

Fechner forneceu, no seu “Elemente der Psychophysik”, três métodos experimentais fundamentais à Psicologia, depois chamados “métodos Psicofísicos Clássicos”. São eles: o método dos limites, que teve seu início por volta de 1700 e que em 1827 foi formalizado por Delesenne; o método dos estímulos constantes que primeiramente foi usado por Vierort em 1852 e depois aperfeiçoado por Fechner; e o método do erro médio que foi elaborado por Fechner e Volkmann em 1850. Estes métodos tiveram vários nomes, porém, os acima citados são os atualmente mais aceitos.

Vejamos agora quais são os conceitos básicos da Psicofísica de Fechner. O objetivo para Fechner era determinar a relação que existe entre o estímulo, como unidade física mensurável em unidades físicas de centímetros, graus, velas, etc. e a sensação causada por este estímulo. Esta sensação não podemos medir diretamente, somente podemos dizer se está presente ou ausente, ou se é maior ou menor que uma outra sensação. Portanto, a magnitude absoluta de uma sensação não pode ser conhecida diretamente. No entanto, as sensações são causadas por estímulos e estes podem ser medidos, podemos saber o quanto um estímulo tem que ser aumentado para que a mudança seja percebida constatando assim a diferença apenas perceptível. Quando determinamos o limiar diferencial, usamos duas sensações que são diferentes apenas perceptivelmente. Foi esta diferença apenas perceptível que Fechner aceitou como uma unidade de medida da sensibilidade. Começando com o limiar absoluto abaixo do qual o estímulo não é percebido, pode-se aumentar o estímulo até que o sujeito perceba a diferença entre a primeira percepção limiar do estímulo e a segunda percepção do estímulo aumentado.

Isto seria o 10 d.a.p., depois aumentando de novo o estímulo até chegar a um ponto em que é percebido como diferente do segundo estímulo podemos determinar a 2a.d.a.p. e assim por diante. Desta forma, qualquer sensação é a soma das d.a.p.'s antecedentes.

Na base disto, já podemos formular os três postulados ou pressupostos da psicofísica fechneriana:

1. Uma sensação forte deve ser considerada como uma soma de sensações fracas.
2. As diferenças apenas perceptíveis (d.a.p.'s) constituem unidades iguais com as quais se podem medir as alterações nas sensações.
3. O limiar absoluto é um ponto constante que pode ser expresso num valor fixo medido em unidades físicas.

Começando pela expressão matemática dos resultados encontrados por Weber, Fechner deu como 1ª fórmula $DR/R = C$, na qual DR expressa a diferença encontrada que corresponde a 1 d.a.p.; o estímulo C chamado Constante de Weber. Através de três fórmulas intermediárias, Fechner chega finalmente à fórmula: $S = k \cdot \log R$ conhecida como a Lei de Fechner, na qual S é a sensação, k a constante de Weber e R o estímulo correspondente à sensação. Em outras palavras podemos dizer: para que as sensações cresçam em proporção aritmética (1a d.a.p. + 1 d.a.p. = 2a d.a.p. , 2a d.a.p. + 1d.a.p. = 3a d.a.p.) os estímulos devem crescer em proporções geométricas ($R1+k \times R1 = R2$; $R2 + k \times R2 = R3$, etc.).

Em experimento que poderia ilustrar esta lei seguiria as seguintes etapas:

1. Tomando um estímulo qualquer que medido em unidades físicas teria, por exemplo, o valor 200. Este estímulo funcionará como o primeiro estímulo padrão.
2. Tomando um estímulo de comparação gradativamente maior do que o estímulo padrão até alcançar o ponto em que é diferente apenas perceptivelmente do estímulo padrão. Determinamos a 1a d.a.p..
3. Verificamos quantas unidades o estímulo de comparação (E.C.) teve que ser maior que o estímulo padrão (E.P.) para que a diferença fosse percebida. Digamos que forma 20 unidades; o E.C., portanto, teve como valor 220 e a d.a.p. é igual a 20 na escala das unidades físicas. O k neste caso é 20/220 ou 1/10.
4. Tomando agora o E.C. de 220 como 2a E.P. e usando um outro estímulo de comparação, verificamos que temos que aumentá-lo até 242; quer dizer, 22 unidades físicas, para que seja determinada a 2a d.a.p., ou: $220 + k \times 220 = 220 + 1/10 \times 220 = 242$.
5. Tomando agora o 242 como 3o E.P. e procurando o E.C. que dá de novo uma d.a.p., encontramos 266,2; pois $242 + k \times 242 = 242 + 1/10 \times 242 = 266,2$.

Desta maneira, podemos continuar e acharemos que para aumentar 1 d.a.p., em outras palavras, para somar 1 d.a.p. às d.a.p.'s anteriores tenho que multiplicar o estímulo por uma constante k. De um lado, portanto, temos uma progressão aritmética somando sempre uma unidade de d.a.p. às anteriores; de outro lado temos uma progressão geométrica tendo que multiplicar o estímulo sempre pela constante k. Quando temos assim uma progressão aritmética correspondendo a uma progressão geométrica, podemos expressar esta correspondência numa função logarítmica.

Progressão Geométrica (multiplicação pela constante 10).	Progressão Aritmética (soma de unidades)	Progressão Geométrica (multiplicação pela constante $k=1/10$)	Progressão Aritmética (soma de unidades de d.a.p.)
log 1	= 0	E.P. 1 200	= 0
log 10	= 1	$1/10 \cdot 200 = 20$	= d.a.p. 1
log 100	= 2	E.P. 2 220	= d.a.p. 2
log 1000	= 3	$1/10 \cdot 220 = 22$	= d.a.p. 3
log 10000	= 4	E.P. 3 242	= d.a.p. 4
log 100000	= 5	$1/10 \cdot 242 = 24,2$	= d.a.p. 5
		E.P. 4 266,2	
		$1/10 \cdot 266,2 = 26,62$	
		E.P. 5 292,82	
		$1/10 \cdot 292,82 = 29,28$	

Como se vê, de um lado, temos uma série geométrica na qual sempre há multiplicação por uma constante, e de outro lado, uma série aritmética somando sempre 1 d.a.p., correspondendo sempre a crescentes valores do estímulo.

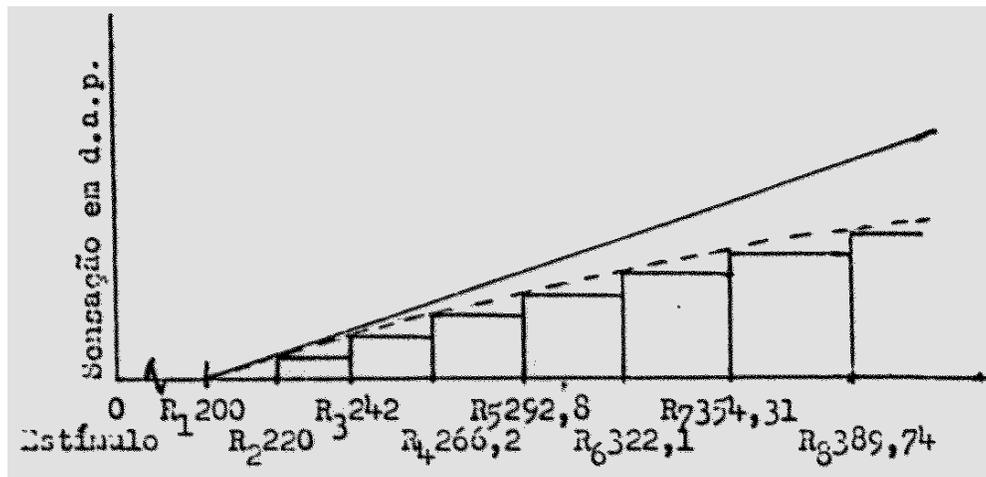


Figura 1: Gráfico da relação entre o aumento da intensidade do estímulo em progressão geométrica e o aumento da sensação em progressão aritmética.

3. Críticas à Lei de Fechner

Já vimos que a Lei de Weber somente é válida nos valores médios do estímulo e que sua fração é uma aproximação e não um valor rigorosamente definido. Estas mesmas restrições valem naturalmente para a Lei de Fechner. Existem, porém, outras críticas que se referem de modo especial aos postulados.

A Escola da Gestalt, já provou por muitas maneiras que o todo não é a simples soma de elementos, que o todo é percebido como um todo e que uma sensação forte não é uma somatória de sensações fracas; o vermelho não é uma somatória de cores de rosa. Cada sensação e cada percepção tem sua identidade total, sua totalidade individual.

Também o postulado da igualdade entre as d.a.p.'s sofreu crítica, não somente pelo fato que a d.a.p. varia de um observador para o outro, o que já torna difícil seu uso em termos científicos, mas também porque o mesmo sujeito, em circunstâncias diversas, apresenta d.a.p.'s diferentes para o mesmo tipo de estímulo.

O terceiro postulado se refere a um ponto zero fixo de sensação que corresponderia ao limiar absoluto. Sendo que o logaritmo de 1 é igual a zero, Fechner conseguiu também aplicar sua fórmula $S=k \cdot \log R$ neste caso particular, atribuindo ao estímulo do limiar absoluto o valor 1, e considerando a sensação neste limiar como zero. Aparentemente, o limiar absoluto é um ponto fixo, porém, existe um fenômeno psicofisiológico que se chama adaptação. Quando ficamos um tempo no escuro, somos capazes de perceber luz muito mais fraca do que quando estamos num ambiente bem iluminado. Todo mundo já deve ter experimentado isto no cinema: quando entramos na sala de projeção, nosso olho não está adaptado ao escuro e temos dificuldade de enxergar onde tem uma poltrona livre, mas, depois de uns 10 minutos, nosso olho se adaptou a este ambiente de luz reduzido e podemos perfeitamente ver onde estão as poltronas não ocupadas. Além desta adaptação que faz oscilar o limiar absoluto, há outros fatores tais como fadiga, oscilação de atenção, distrações, estados psíquicos e fisiológicos especiais que fazem deslocar o ponto zero de sensibilidade ou o ponto do limiar absoluto. Deste modo, as oscilações e a instabilidade dos próprios órgãos sensoriais, seja por motivos psíquicos ou fisiológicos, impõem um limite à generalidade e universalidade da Lei de Fechner.

A Psicofísica de Fechner pode ser vista como uma psicofísica objetiva. A participação do sujeito consiste apenas em dizer se percebe ou não percebe, ou se percebe um estímulo mais intenso do que outro. A avaliação é medida em unidades físicas aptas para medir o estímulo, e mesmo as diferenças apenas perceptíveis - as unidades subjetivas de medida - são sempre expressas em relação ao estímulo.

Um caminho diferente foi tentado por Plateau, um físico belga, que já em 1850, um ano antes do "Elemente der Psychophysik" de Fechner, pedia a pintores para pintarem um cinza que estava exatamente no meio caminho entre o preto e o branco. Depois pedia para distribuir diversas tonalidades de cinza de tal forma que os intervalos entre os cinzas fossem aparentemente iguais. Baseando-se em interpolação, ele supunha que existia uma relação entre as impressões subjetivas e a refletância, que podia ser expressa por uma função de potência em vez de uma função logarítmica. Somente em 1872, Plateau publicou seus resultados, e no ano seguinte Delboeuf fez experimentos mais precisos com fusão de preto e branco em diversas proporções, usando discos giratórios num misturador de cores. Isto lhe permitia um controle mais rigoroso das proporções entre preto e branco. Sendo que o trabalho de Delboeuf levou a uma relação logarítmica, Plateau desistiu de sua função de potência. Na realidade, existem casos nos quais a diferença entre os estímulos é bastante pequena, nestes casos, um dos quais é o das leucias, é difícil fazer uma escolha definitiva entre a função logarítmica de Fechner e a função de potência de Plateau. De fato, Breton (1887) usou esta última para as leucias.

4. Avaliações Gerais do trabalho de Fechner

O trabalho de Fechner foi altamente elogiado por alguns e considerado como o primeiro passo para uma Psicologia Experimental com método bem controlado. Assim, Titchener, aluno de Wundt e um dos fundadores da corrente wundtiana nos Estados Unidos, tinha uma profunda admiração por Fechner e o considerou como o Pai da Medida Mental. No entanto, William James, o fundador da psicologia norte - americana, era de opinião que “O livro de Fechner foi o ponto de partida de um novo gênero de literatura, que seria talvez impossível igualar quanto às qualidades de rigor e sutileza, mas do qual, na humilde opinião deste autor, o resultado propriamente psicológico é, exatamente, nada”. Achava que os críticos de Fechner, apesar de não deixarem em pé nada de sua teoria, sempre lhe atribuirão a imperecível glória de tê-la formulada e, com isto, ter mudado a psicologia numa ciência exata:

“And everybody praised the duke

Who this great fight did win.’

‘But what good came of it at last?’.

Quoth little Peterkin.

‘Why, that I cannot tell’ said he,’

‘But, twas a famous victory!’”

Infelizmente para James e felizmente para Fechner e a Psicofísica, esta opinião mostrou-se pessimista demais. Hoje em dia podemos responder mais positivamente a pergunta do “little Peterkin”, pois a lei de Fechner achou sua aplicação nos diversos problemas da Biologia, da Física e da Ergonomia, tais como a relação entre a acuidade visual e a luminosidade do campo, o tempo de latência da resposta e a intensidade do estímulo, a intensidade sonora subjetiva e a intensidade física - o que levou as medidas de bel e decibel. Existiam, no entanto, outros problemas para os quais uma predição fundamentada na lei de Fechner não deu bons resultados. Isto levou aos poucos a um desenvolvimento de uma nova psicofísica, mais subjetiva, baseada numa métrica de avaliações.

5. Novos Caminhos da Psicofísica.

Thurstone foi um dos principais fundadores desta nova orientação. Não satisfeito com as tediosas repetições de avaliações de pesos, de distâncias entre os pontos de tato, Thurstone procurou outros campos e desenvolveu outros métodos; usava o método de intervalos aparentemente iguais de Plateau, bem como o método de comparação aos pares, a classificação, a ordenação e outros, dando ao sujeito uma tarefa mais agradável de tomar decisões nas diversas classificações e comparações. Atacava problemas para os quais não existiam medidas físicas, como a avaliação de diversos tipos de crimes. Isto levou a psicofísica a uma grande ampliação de campo, não se restringindo apenas à medição da avaliação subjetiva de tons, luminosidade e comprimentos de linhas, mas pesquisando a opinião pública a respeito de filmes, cantores, artistas e compositores, bem

como a avaliação da aceitação de produtos industriais, e a avaliação de atividades e atitudes políticas e raciais.

Paralelo ao desenvolvimento da Psicologia Industrial, houve um desenvolvimento da Psicofísica, mostrando-se uma ciência altamente aplicável aos problemas de adaptação da máquina ao homem e do homem à máquina. Surgiu a Ergonomia, que inicialmente foi chamada: "Psicofísica Aplicada". Tipos e tamanhos de mostradores e ponteiros, colocação dos mesmos dentro do campo visual de tal forma que resultava maior eficiência do operador, tipos e colocações de manivelas e comandos, colocação mais eficiente de iluminação e uma infinidade de outros assuntos do mundo industrial e comercial foram estudados pelos métodos psicofísicos .

Ao lado desta tendência, para maior aplicabilidade, continuava a preocupação com os assuntos teóricos. Desde 1930, S.S.Stevens dedicou-se ao estudo de diversas escalas e pesquisou a possibilidade de criar escalas puramente subjetivas. Foi ele quem primeiro chamou atenção para os tipos básicos de escalas: nominal, ordinal, de intervalos e de razão. Foi especialmente a introdução na Psicologia da escala de razão, já conhecida na física, através da qual Stevens (1851,1958) deu sua contribuição para um maior avanço da Psicofísica. Mesmo que a escala de razão já foi usada por Merkel no laboratório de Wundt (1888), cabe a Stevens a iniciativa de aplicá-la, em 1936, a um estudo mais apurado do som. Estabeleceram-se diversas unidades subjetivas, como mels, sonos, gusts, e outros. Um dos pontos importantes do trabalho de Stevens é sua insistência de substituir a função logarítmica de Fechner pela função de potência de Plateau, verificou que para um número bastante grande de diversas modalidades e dimensões sensoriais e julgamentos de razão nos quais o sujeito, por exemplo, deve dizer qual som que é duas ou quatro vezes mais alto que o som padrão. Stevens é de opinião que os resultados são melhor explicados pela função de potência: $S = k \ln$, em vez da fórmula logarítmica de Fechner: $S = k \log I$, na qual n varia de acordo com o tipo de sentido e as dimensões da estimulação.

Uma das mais recentes inovações é a aplicação da Teoria de Detecção de Sinal de Tanner e Swets aos problemas. Uma das teses principais desta teoria é que a resposta do sujeito não depende apenas da sensibilidade do órgão de sentido, mas também, da expectativa do sujeito. Experimentos mostraram que o fato de dar ao sujeito como tarefa de descobrir entre 20 vidros qual é que contém uma solução salina, faz com que uma porcentagem boa dos sujeitos "descubram" a solução salina mesmo quando todos os vidros contém apenas água destilada. Assim, entrou o conceito de falsos alarmes na psicofísica, mesmo que já era conhecida sob outra forma. A Teoria de Detecção de Sinal trouxe a ligação com diversas outras teorias como a Teoria de Informação, a Teoria de Decisão a Teoria dos Jogos e a Teoria do Reforço. Tudo isto não facilita a tarefa do psicofísico, mas poderá colocá-lo um passo mais perto da realidade.

A preocupação com a realidade é, aliás, uma tendência da psicologia atual. Perguntam eminentes psicólogos como Chapanis, Faverge e Broadbent, até que ponto os experimentos de laboratório dão informações seguras sobre o comportamento humano em situações reais de trabalho e de intercâmbio social. Apesar das dificuldades de lidar com mais fatores ao mesmo tempo, o experimento, na situação real, não corre tanto o perigo de eliminar e controlar fatores que são primordiais na determinação da precisão ou rapidez do comportamento humano.

A Psicofísica, inicialmente, parece abstrata e desligada da realidade, medindo apenas a sensibilidade para a avaliação de pesos, sons, luminosidade, etc., porém, evoluiu-se de

tal forma que seus métodos podem ser aplicados nos mais variados campos da atividade humana, especialmente no campo do trabalho.

PARTE I - A PSICOFÍSICA CLÁSSICA

CAPÍTULO II - Alguns Conceitos Básicos

Como já vimos na introdução histórica, a Psicofísica Clássica ou Psicofísica Objetiva é a psicofísica concebida e desenvolvida por Fechner. É a psicofísica que trata de medir os limites e a capacidade de diferenciação dos nossos sentidos, expressando as medidas em unidades físicas.

Neste capítulo, veremos alguns dos conceitos básicos essenciais: o conceito de contínuo psicológico, os diversos limiares, o valor probabilístico destes limiares, alguns erros típicos que podem ser cometidos e a distribuição normal dos valores limiares instantâneos.

1. O Contínuo físico e o Contínuo psicológico

Entendemos comumente por contínuo físico uma série de estímulos crescentes que podem ocupar qualquer valor intermediário e que são expressos em unidades físicas. Temos assim, por exemplo, o contínuo físico de peso que vai desde milionésimos de miligramas até toneladas; o contínuo físico de distância que pode variar de milimicrons até quilômetros, ou o contínuo de superfície, de volume, de intensidade de luz, de som e de calor. Em muitos casos, o contínuo físico será formado por uma variável contínua que pode ter qualquer valor intermediário e, portanto corresponde à definição que colocamos acima. No entanto, em psicofísica, nem sempre o contínuo físico é formado por uma variável contínua. Às vezes, temos contínuos físicos observáveis, que são formados por variáveis discretos; por exemplo, uma série de pontos que pode aumentar ou diminuir, ou uma série de letras, ou algarismos, ou uma série de expressões faciais, uma série de filmes ou de quadros artísticos. Todos estes exemplos são contados em unidades e não em qualquer valor intermediário fracionário.

Ao lado do contínuo físico, existe o contínuo psicológico que é constituído por uma série de sensações crescentes de peso, de temperatura, de comprimento, de luz percebida com mais ou menos intensidade, de som percebido como mais ou menos alto ou mais ou menos agudo, ou uma quantidade de pontos maior ou menor, uma expressão facial que nos indica tristeza ou alegria, um filme mais ou menos humorístico. Portanto, a avaliação subjetiva do estímulo físico que nos é oferecido e que por nós é percebido.

Mesmo que estes dois contínuos, o físico e o psicológico, possam ser de ordem crescente, as modificações no contínuo físico nem sempre são acompanhadas pelo mesmo tipo de modificações no contínuo físico nem sempre são acompanhadas pelo mesmo tipo de modificações no contínuo psicológico. Assim, não somos capazes de notar a diferença entre dois livros do mesmo tipo, se um deles tem 200 e o outro tem 202 páginas. Por outro lado, podemos constatar que há modificações psicológicas ou subjetivas sem que a elas corresponda uma modificação no contínuo físico. Por exemplo, o tic-tac de um relógio numa sala silenciosa pode ser ouvido ora como mais alto ora como mais baixo, apesar de não haver nenhuma mudança no estímulo. Um barulho que normalmente nem notamos pode se tornar irritante quando queremos dormir ou quando estamos doentes.

Uma experiência que demonstra a diferença entre dois contínuos consiste em mostrar a um sujeito de experiência uma série de cilindros do mesmo tamanho e aspecto, mas diferentes em peso. Apresentam-se a ele o peso mais leve e o peso mais pesado como padrões para ter uma idéia da extensão dos pesos. Depois disto, pede-se ao sujeito para escolher, entre os outros pesos intermediários que lhe são apresentados, um peso que lhe parece estar exatamente no meio caminho entre os dois pesos extremos. Verificando depois o valor em gramas do peso escolhido, constata-se, via de regra, que o intervalo entre o peso mais leve e o peso indicado é menor do que entre o peso mais pesado e o peso indicado. Isto de novo mostra que existe uma diferença entre o contínuo físico e o contínuo psicológico. Se existe uma diferença entre os dois, qual é esta diferença, existem normas, elas são válidas em todas as circunstâncias? As normas somente são válidas dentro da amplitude de uma qualidade sensorial ou existem normas válidas para todos os sentidos? São estes alguns problemas que são estudados na Psicofísica. No primeiro capítulo já vimos que nem sempre é fácil dar uma resposta definitiva a estas questões.

Sendo que a psicofísica teve sua origem na Alemanha, alguns autores continuam indicando o estímulo com R (Reiz) e a sensação com S (Sensation). Infelizmente são estas as mesmas letras usadas universalmente para indicar estímulos (S) e resposta (R), exatamente o contrário. Seguindo uma tendência mais moderna, indicamos o estímulo com a letra S, e a sensação com a letra R. Contudo, sempre deve verificar-se, ao consultar outros autores, qual o sistema de indicação que estão usando.

2. Os Limiares

Existem três tipos de limiares: o limiar absoluto, o limiar terminal e o limiar diferencial. Os dois primeiros pertencem à mesma categoria sendo que indicam as extremidades da percepção do organismo: o limiar absoluto, o menor valor de estímulo físico apenas percebido e o limiar terminal, o maior valor do estímulo apenas percebido. O limiar diferencial é a diferença apenas perceptiva entre dois estímulos. Podemos dizer que o limiar é a expressão em unidades do contínuo físico do ponto de onde o organismo começa a perceber um estímulo físico baixo, ou não percebe mais um estímulo físico alto, ou a mínima diferença que ele percebe entre dois estímulos da mesma ordem. Sendo que a expressão é em unidade física, trata-se aqui de uma expressão de um valor subjetivo no contínuo físico.

2.1. O Limiar Absoluto

O Limiar Absoluto (L.A.) (Em alemão, Reiz Limen = R.L.) representa a distância que existe no contínuo físico entre o valor zero (a ausência total de som, de luz, de peso) e o primeiro valor percebido pelo organismo. Este primeiro valor que o sujeito percebe, infelizmente não é sempre o mesmo; por exemplo, numa série de agulhas finas que variam de 1cg a 5cg, podemos constatar que ele já acusa a percepção do estímulo quando apresentamos 1cg na primeira vez, mas na segunda vez percebe o estímulo quando é apresentada a agulha com 3cg, e na terceira vez talvez ele comece a perceber somente o estímulo de 4cg. Portanto, existe uma oscilação da mesma forma como podemos constatar quando tomamos várias vezes o tempo de reação de uma pessoa. Sendo que a distância oscila, torna-se necessário tomar diversas medidas para se estabelecer estatisticamente o valor do limiar absoluto. Desta forma, podemos definir o L.A. como o valor do estímulo que o organismo é capaz de perceber na metade de suas

tentativas; em outras palavras, em 50% de suas tentativas. Como veremos mais adiante, existem diversos métodos para calcular este valor mediano de 50%.

Um caso que às vezes causa alguma dificuldade é o limiar absoluto da percepção de duas pontas na pele, usando o estesiômetro. Conforme a localização na pele, por exemplo: a polpa do dedo, a mão ou as costas, a pessoa percebe mais ou menos rapidamente que são tocadas por duas pontas e não uma só. "rapidamente" se refere à distância entre as duas pontas que é sentida pela pessoa e que, portanto, provoca uma percepção de duas pontas. Na polpa do dedo, alguns não são muitas vezes o suficiente para que a pessoa acuse a percepção de duas pontas; na palma da mão esta distância poderá ser maior e nas costas, esta distância, muitas vezes ultrapassará 5cm. A distância necessária entre zero (a não-distância ou a percepção de uma ponta só) e o tamanho da primeira distância sentida é o valor do limiar absoluto de duas pontas, levando em consideração que se deve tomar o valor dos 50%.

Sendo que normalmente começa-se com o valor zero; por exemplo a ausência de peso físico, corresponde a ausência de peso percebido, o Limiar Absoluto de um estímulo é em geral numericamente igual ao ponto limiar absoluto, ou o valor onde a pessoa começa a perceber.

2.2. O Limiar Terminal

O Limiar Terminal (L.T.) corresponde ao valor mais alto de estímulo que o organismo é capaz de perceber, calculado como um valor mediano dos pontos em que começou a perceber nas diversas tentativas. O limiar Terminal mais patente é o do ouvido em relação a sons agudos, que fica perto de 22.000 c.p.s. Para outros sentidos, o Limiar Terminal é às vezes definido como o valor do estímulo que o órgão de sentido é capaz de perceber sem causar dano ao próprio órgão.

2.3. O Limiar Diferencial

O Limiar Diferencial (L.D.) é a distância entre determinado estímulo tomado como padrão e o aumento ou diminuição na mesma escala que é apenas percebido pelo organismo. O quanto se deve acrescentar à luz de uma determinada intensidade para que se perceba a diferença entre a luz original e a luz aumentada? Para a determinação do Limiar Diferencial toma-se, habitualmente, uma proporção de 75%; quer dizer, em 75 vezes de 100 apresentações da diferença, esta diferença é percebida.

Como veremos, existem diversos métodos para medir estes limiares. Os métodos essenciais:

1) O Método dos Limites, também chamado Método de estímulo ou de diferenças apenas perceptíveis, ou, método de exploração seriada - com um variante: método de séries plenas e ordenadas.

2) O Método dos Estímulos Constantes, também chamado Método dos casos falsos e verdadeiros, Método das frequências ou Método das diferenças de estímulo constante.

O Método do Erro Médio ou Método de ajuste, Método da igualação Método de reprodução.

Na Figura 2, representamos graficamente os diversos limiares dentro do contínuo físico.

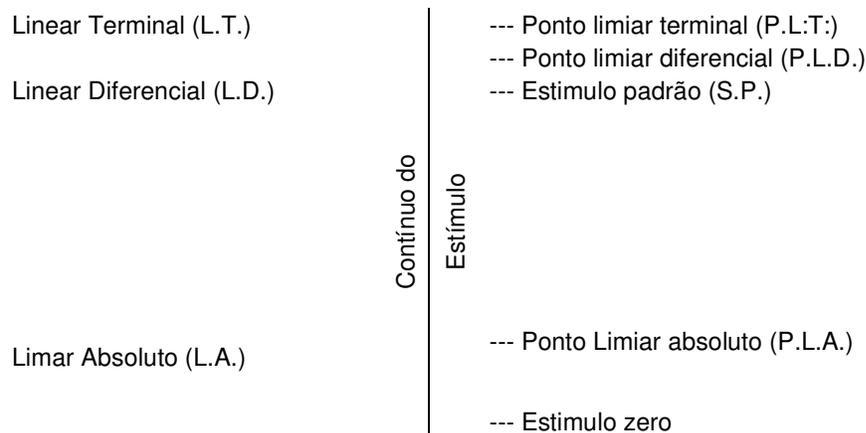


Figura 2: Contínuo físico de Estímulo (modificado de Thurstone, 1948, p.125)

O ponto limiar absoluto e o ponto limiar terminal apesar de serem numericamente idênticos, respectivamente, no Limiar Absoluto e ao Limiar Terminal - tem um significado diferente destes, pois o ponto apenas quer indicar um determinado valor na escala, enquanto que os Limiares, essencialmente, querem indicar uma distância.

O Ponto Limiar diferencial, no entanto, é inteiramente diferente do Limiar Diferencial, pois o primeiro indica um valor determinado na escala, enquanto que o segundo corresponde à relação da diferença entre o ponto limiar diferencial e o valor do estímulo padrão e o próprio valor do estímulo padrão.

Definindo o L.A. de uma sensação, em relação a uma determinada estimulação como “a magnitude mínima desse estímulo capaz de provocar uma resposta”, P. Fraisse (1958) chama atenção para o fato de que medindo um L.A. , não estamos medindo uma sensação e sim uma grandeza física. Procuramos o menor valor dessa grandeza que possibilita o sujeito de manifestar sua percepção através de uma resposta. Esta resposta poderá ser expressa de diversas maneiras: uma pessoa poderá nos dizer simplesmente “sim” ou “não”, “sinto” ou “não sinto” ou poderá apertar um botão quando sente; um animal poderá salivar ou saltar, apertar uma barra ou bicar num disco. Isto nos permite estudar a psicofísica através das técnicas do condicionamento operante ou instrumental.

Também no caso do L.D., definido como “a menor diferença entre dois valores de uma mesma estimulação suficiente para permitir uma resposta discriminativa”, não estamos medindo a sensação de diferença e sim a diferença mínima entre duas intensidades físicas que possibilitam sua discriminação. Também no caso do L.D. é possível o estudo tanto em seres humanos como em animais e nestes últimos, especialmente através dos processos de condicionamento.

3. O Valor Probabilístico dos Limiares, Os Erros

Não haveria dificuldade nenhuma se os limiares fossem magnitudes constantes. A dificuldade reside, exatamente no fato de que as magnitudes dos limiares variam de uma

condição para outra. Quais são as causas desta instabilidade que nos obriga a tomar muitas medidas nos estudos psicofísicos? P. Fraisse reduziu a três as diversas causas destas variações nos valores dos limiares momentâneos:

1. As variações de excitabilidade dos receptores periféricos.

Como exemplo, podemos citar a sensibilidade de cones e bastonetes na retina que nem sempre é a mesma, mas que varia conforme o nível de adaptação ou a intensidade da luz. Sabemos que o limiar absoluto no começo da adaptação ao escuro é mais ou menos 10.000 vezes mais alto do que o limiar absoluto depois de 30 minutos. (Muller, 1965; Hecht, 1934). A sensibilidade auditiva depende da tensão variável da membrana do tímpano, da cadeia de ossículos no ouvido médio e do equilíbrio de pressão entre o ouvido médio, que pode ser alterado por uma simples deglutição.

2. As modificações das atitudes do sujeito.

Sabe-se que nossa sensibilidade depende de certas condições centrais que podem ser caracterizadas em termos psicológicos; a sensibilidade pode aumentar quando dirigimos a nossa atenção especialmente para um estímulo ou quando temos algum conhecimento anterior a respeito do mesmo, assim quando estamos sozinhos numa casa isolada com medo de ladrão até o ruído de uma folha seca movida pelo vento é ouvido e causa susto, por outro lado um violinista experimentado ouve com mais facilidade uma desarmonia do que um violinista aprendiz. Da mesma forma a sensibilidade poderá diminuir pela fadiga, pela monotonia do experimento ou pela distração causada por estímulos externos ou por causas internas. Fadiga no volante abaixa a sensibilidade pelas alterações na direção da estrada e pelos sinais de outras viaturas e de trânsito, todo mundo conhece a fatalidade que uma tal fadiga pode ocasionar.

3. A Influência da Série de Medições.

Aqui merecem destaque as atitudes provocadas pelas condições temporais ou espaciais em que as medições de limiar são realizadas. Em qualquer momento dado, a percepção de um estímulo depende das estimulações precedentes e das estimulações simultâneas.

A) A Ordem Temporal das Medições. Quando fazemos um estímulo crescer até o ponto em que vai ser percebido, notamos que o valor é superior ao valor do mesmo estímulo quando é apresentado em ordem decrescente. Em outras palavras: é mais fácil seguir um estímulo quando este diminui do que começar a perceber um estímulo quando este aumenta em intensidade. Daí podemos compreender que a percepção de um estímulo sempre pode estar influenciada pelas estimulações precedentes. Este fato chama-se efeito de persistência, que pode levar a erros de habituação ou erros de antecipação (de expectativa). Temos o primeiro tipo de erros, os erros de habituação, quando o sujeito emitiu um certo número de vezes a mesma resposta, de tal forma que ele se habitua e dá esta mesma resposta mesmo quando ela não corresponde à sua percepção. Temos o

segundo tipo de erros, os erros de antecipação, no caso contrário, em que o sujeito tem uma expectativa, sabe que o estímulo vai ser perceptível e antecipa a mudança, dizendo que percebe o estímulo quando na realidade não o percebe. Com relação a estes efeitos, podemos compreender que também o número de estímulos poderá ter sua influência. Uma apresentação de muitos estímulos acima ou abaixo do limiar poderá influenciar as respostas do sujeito e, conseqüentemente, o limiar.

Um caso especial tem-se na medição do Limiar Diferencial, onde sempre se comparam dois estímulos, um estímulo padrão (S.P.) e um estímulo de comparação (S.C.). Se o S.P. sempre antecede o S.C., o que significa que na igualdade objetiva dos dois, o S.C., parece maior. Um meio simples para evitar este erro de posição temporal é apresentar o S.P. ora em primeiro, ora em segundo lugar.

B) A Ordem Espacial dos Estímulos. A dificuldade criada por esta ordem manifesta-se na medição do L.D., quando dois estímulos são apresentados simultaneamente, contrário ao caso anterior, onde a apresentação é sempre sucessiva. Na apresentação simultânea, pode ocorrer um erro de posição espacial. Por exemplo, quando sempre apresentamos o S.P. ao lado direito e o S.C. ao lado esquerdo, poderá ocorrer um sub- ou uma super-estimação sistemática do estímulo ao lado esquerdo ou ao lado direito. O mesmo poderá ocorrer - mutatis mutandis - quando um estímulo é apresentado em cima e outro em baixo. Um meio simples para evitar este erro de posição espacial é apresentar o S.P. ora à direita, ora à esquerda numa ordem ao acaso.

C) O Erro de Estímulo. Esse erro está, em certo sentido, ligado à segunda causa das variações ou às modificações das atitudes do sujeito, porém também pode ser visto como uma atitude geral errada que pode anular o valor das respostas do sujeito. Nos Experimentos em psicofísica, o sujeito deve nos dizer o que ele percebe, como ele sente o estímulo apresentado. Portanto, ele deve fazer um julgamento sensorial. Muitas vezes, os sujeitos podem achar que eles devem “acertar” e procuram através de correções dar uma resposta que está mais de acordo com a realidade física da situação, portanto, procura dar um julgamento objetivo. Se ele faz isto, então se diz que está cometendo um erro de estímulo, mudando o julgamento sensorial em um julgamento objetivo. Sua atenção é dirigida em primeiro lugar para o estímulo quando deveria estar dirigida para suas sensações e intensidade perceptiva. Ele julga conforme sabe e não conforme sente.

Neste contexto, Thurstone (1948) lembra que a precisão dos julgamentos objetivos pode ser melhorada através da prática. Um empregado de açougue ou de armazém pode acertar o peso de um pedaço de carne ou de queijo com bastante precisão. Um empregado dos Correios pode avaliar a selagem de uma carta pelo simples sopesar. Um desenhista avalia com bastante precisão uma linha de 15 cm. Thurstone tira a conclusão de que “Para tais pessoas, seria provavelmente difícil servir como sujeitos em experimentos psicofísicos onde lhes é solicitado fazer julgamentos sensoriais dentro do campo de sua experiência. Elas aprenderam a descrever intensidades perceptivas S em termos de valores físicos correspondentes R.

Consideramos acima as principais causas da variabilidade das medidas dos limiares instantâneos. O que podemos medir, portanto, é apenas um estado momentâneo de sensibilidade que num dado momento é diferente de outro momento. Da mesma forma como não podemos medir o Tempo de Reação de uma pessoa fazemos uma medida só - mas teremos que repetir diversas vezes esta medida para depois tirar uma média, que é representativa pelo T.R. da pessoa - também na medição dos Limiares, temos que nos

basear em diversas medições para anular desta forma as oscilações. Esta média pode ser representativa porque se constata em geral uma distribuição normal.

Um ponto bastante importante que devemos sempre ter em mente é que a magnitude de um limiar nunca é um valor fixo ou constante, mas é um valor probabilístico, baseado em um conjunto de limiares instantâneos com uma distribuição normal. Sendo um valor probabilístico, este poderá apenas ser estabelecido através de processos estatísticos, e por isso que o valor probabilístico do limiar também é chamado o valor estatístico do limiar.

4. A Distribuição Normal dos Valores Limiares Instantâneos

Deixando de lado a fórmula matemática que define a distribuição normal, podemos satisfazer-nos com um conceito mais simples desta distribuição que é bastante comum. Tomemos, por exemplo, um grupo de 1000 homens de 25 anos que podemos colocar numa praça grande. Coloquemos os homens de estatura mais baixa na extrema esquerda e os de estatura mais alta na extrema direita de uma linha marcada no chão. Depois façamos marcas nesta linha que correspondem a uma progressão de 5 cm de altura. Vamos dizer que os homens mais baixos medem 1,30m e os mais altos 1,90m. Agora coloquemos os homens em fileiras, os de 1,30m, depois os de 1,35 m, de 1,40 m e assim progressivamente de 5 em 5 cm até os de 1,90m. Quando olharmos a distribuição dos homens de cima de um edifício alto, ela parecerá com a Figura 3; quer dizer, poucos homens muito baixos e poucos homens muito altos e a maioria deles está por volta de um valor médio de 1,60m. O mesmo fenômeno podemos observar quando fizermos uma distribuição conforme seis pesos, mesmo que a colocação de cada indivíduo possa ser diferente, pois haverá baixos gordos e altos magros e que têm aproximadamente o mesmo peso.

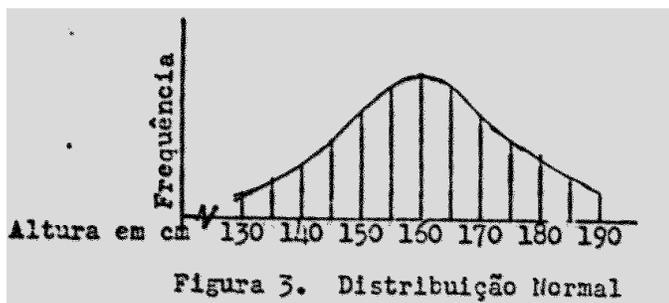


Figura 3: Distribuição Normal

Muitos fenômenos biológicos, antropométricos, sociais e econômicos e também psicológicos seguem esta distribuição normal simétrica. Em homenagem a Gauss, esta distribuição é chamada distribuição gaussiana, ou – considerando sua forma – recebe o nome de distribuição em forma de sino (bell shaped).

Nas medidas psicológicas, a distribuição normal é encontrada nos testes padronizados de inteligência, na velocidade de associação, na amplitude de apreensão, no tempo de reação e nas notas de testes educacionais. Por exemplo, no tempo de reação, temos uma distribuição normal dos tempos de reação dados por um indivíduo em, por exemplo, 100 repetições, e também temos uma distribuição normal quando juntamos numa curva só os

tempos de reação médios de 1.000 sujeitos, supondo que são do mesmo sexo e da mesma idade.

Também nos erros de observação, como as medidas de uma altura, ou a avaliação de velocidades, ou de tamanhos lineares, as avaliações de peso, de brilho, constata-se que os erros se distribuem mais ou menos da mesma maneira acima e abaixo do valor real, causando a distribuição normal simétrica. Podemos, no entanto, Ter casos nos quais há uma superestimação, de tal forma que o valor médio estimado cai acima do valor real; neste caso, a distribuição se faz em torno do valor médio estimado e não do valor real. Veremos este caso quando tratarmos do método do Erro Médio.

Quando, por exemplo, fazemos diversas medidas psicofísicas, medindo várias vezes o limiar absoluto instantâneo da sensibilidade tátil com uma série de agulhas que variam de 1 a 7 cg, é possível que na aplicação de 20 séries completas, 10 na ordem ascendente e 10 na ordem descendente, numa só pessoa, encontremos os seguintes resultados:

1cg	2cg	3cg	4cg	5cg	6cg	7cg
0	1	5	8	5	1	0

Os números que indicam os resultados querem dizer o seguinte: nas 20 séries, indo de 1cg a 7cg nas séries descendentes, a pessoa nunca percebeu 1cg; o peso de 2cg apenas foi percebido uma vez em 20, como o valor mais baixo, 3cg foi percebido 5 vezes como o valor mais baixo, 4cg foi percebido 8 vezes em 20 como o valor mais baixo, e assim em diante. Desta forma a soma dos “valores mais baixos percebidos” nas 20 séries é necessariamente 20. Examinando estas freqüências, nota-se que elas apresentam uma distribuição normal. Para evitar qualquer mal-entendido, temos que salientar que assinalamos apenas as vezes em que o valor de estímulo foi percebido como a mais baixo, portanto, os valores inferiores a ele naquela série não foram percebidos. O total de apresentações de estímulo (7) foi 20 vezes 7, portanto 140 apresentações, distribuídas em 20 séries cada uma de 7 agulhas de pesos diferentes. Em cada destas 20 séries alguma agulha (peso) foi o primeiro percebido, ou melhor, percebido como tendo peso mais baixo. Quando verificamos que 3cg nas 20 séries foi cinco vezes percebido como o valor baixo e que 2 cg foi percebido uma vez como o mais baixo, podemos concluir que 3cg foi percebido 6 vezes, sendo 5 vezes como o mais baixo e uma vez depois do peso de 2 cg. O mesmo vale para 4 cg que foi percebido 8 vezes como o mais baixo, o primeiro percebido, mas no total foi percebido 14 vezes (8 como primeiro e 6 vezes depois do peso de 3cg. Desta maneira, na suposição que os valores acima do mais baixo percebido sempre serão percebidos, o que nem sempre é o caso, podemos elaborar a seguinte tabela:

Estímulo	1cg	2cg	3cg	4cg	5cg	6cg	7cg
Percebidos como “mais baixos”	0	1	5	8	5	1	0
Efetivamente percebidos	0	1	6	14	19	20	20

Tomamos como base os valores efetivamente percebidos, podemos formar uma curva de freqüência acumuladas (curva sigmóide ou Ogiva de Galton) que corresponde à freqüência da percepção de cada valor de estímulo. A Figura 4 mostra tanto a distribuição normal como a curva das freqüências acumuladas.

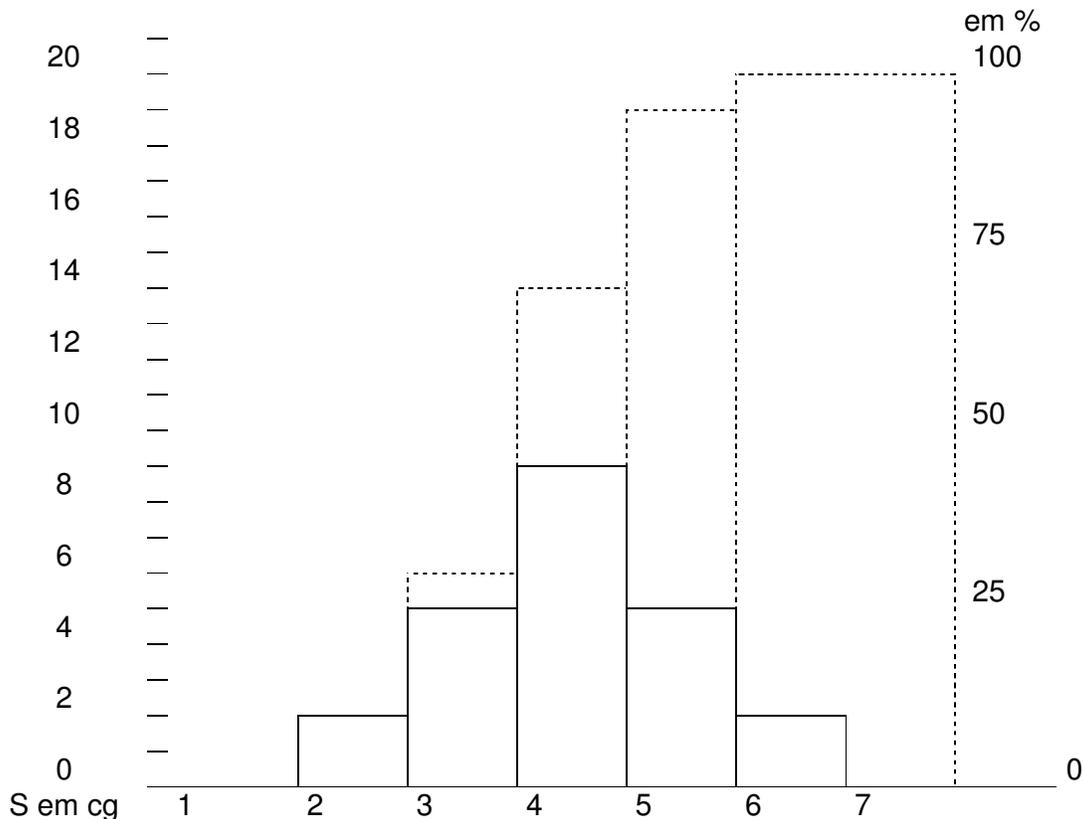


Figura 4: Curvas de Distribuição Normal e de freqüência acumulada

Boring apresenta a seguinte explicação psicofisiológica para esta evolução da freqüência da percepção: o estímulo eficaz, quer dizer, aquele capaz de desencadear um processo sensorial, deve possuir suficiente força para excitar os receptores. Porém, como já vimos, a excitabilidade periférica e central depende de muitos fatores que podem atuar num sentido favorável e desfavorável. Para perceber um estímulo pouco intenso, muitos fatores favoráveis têm que estar presente simultaneamente, o que é mais raro, enquanto que o estímulo mais intenso depende de menos fatores favoráveis para ser percebido.

Uma vez verificado que estamos na presença de uma distribuição normal, é fácil encontrar as medidas de tendência central. Existem 3 medidas de tendência central: a média, a mediana e a moda. Quando se tem poucas medidas bastante dispersas, a mediana é o valor de tendência central mais indicada. Portanto, na psicofísica, onde uma grande quantidade de medidas prolongaria mais ainda os experimentos que por si já são um tanto monótonos e fatigantes, temos normalmente um número mais restrito de dados, de forma que a mediana é considerada a melhor medida da tendência central. Sendo que os resultados são relativamente poucos, não se usa a média, que necessariamente seria afetada por algum resultado extremo.

Desta maneira, chegamos a uma definição estatística do L.A. como sendo a mediana dos limiares instantâneos, o que quer dizer, o valor de estímulo que tem tanta possibilidade de ser percebido como de não ser percebido. (Fraisse,1956). A Figura 5 mostra uma

combinação da distribuição normal de valores mais baixos percebidos e da curva de frequência acumulada, mostrando as porcentagens ao lado direito, que permite determinar, graficamente, o valor da mediana, pelo ponto dos 50% que se encontra na coluna acima dos 4 cg, indicando o L.A. médio.

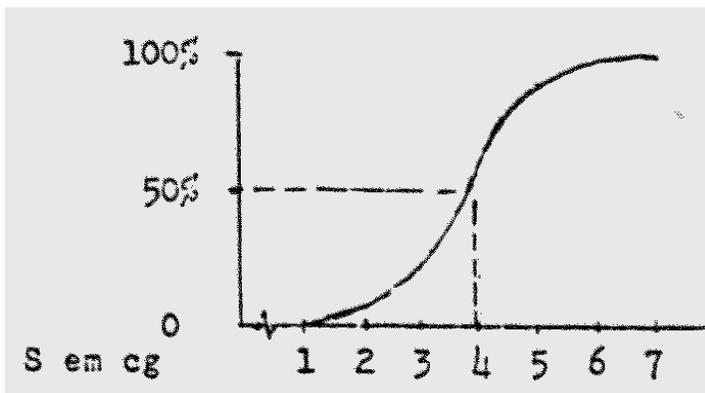


Figura 5: Indicação da mediana na curva de frequências acumuladas

Apesar da mediana ser um valor de tendência central mais representativo, usa-se também às vezes a média, como veremos no método dos limites e no método do Erro Médio. Isto não oferece dificuldades quando a distribuição é normal e com bastante dados. Em todo caso é bastante justificável que a medição mais correta de um limiar seja feita através de um cálculo estatístico. Apesar disso, há autores que continuam defendendo os métodos mais clínicos, apoiando-se numa só medida. Argumentam que a procura de um valor de tendência central não tem sentido quando não se tem certeza absoluta a respeito de cada uma das medidas. Dentro do processo de limiar momentâneo, qualquer medida é relativa, mas tomar uma só medida como representativa, é, de certo modo, também aplicar uma estatística, mas na qual o experimentador decide de antemão que a única medida que toma é representativa para todas as medidas possíveis. Mesmo que isto possa satisfazer para um exame clínico mais rápido, para a experimentação em psicofísica, uma quantidade razoável de medidas de limiar instantâneo é indispensável para poder chegar-se a um valor médio representativo.

Capítulo III – Os métodos psicofísicos clássicos

O pesquisador que quer criar métodos para a determinação de limiares pode, conforme Candland (1968) fazer uma escolha entre diversas maneiras de apresentar o estímulo no caso do L.A. , ou o estímulo padrão e o estímulo de comparação no caso do L.D..

1. O experimentador apresenta o estímulo (método de limites, método de estímulos constantes e também o método do erro médio aplicado em pesquisa em campo aberto, o próprio sujeito manipula o estímulo (método do ponto central e do erro médio no laboratório).
2. Pede-se ao sujeito para avaliar se o estímulo padrão e o estímulo de comparação são iguais (método do erro médio) ou se são diferentes (métodos dos limites e dos estímulos constantes).
3. Em tentativas sucessivas o estímulo de comparação é apresentado é apresentado de tal maneira que ele se aproxima ou se afasta do estímulo padrão (métodos dos limites, do ponto central e do erro médio) ou ele é apresentado randomicamente, ao acaso (método dos estímulos constantes).

Na base destas três opções as operações dos diversos métodos psicofísicos se tornam mais claras. Os métodos indicados são os mais comumente usados e deles diversos outros são usados e deles diversos outros são derivados. “Uma compreensão das operações e dos postulados básicos dos métodos clássicos e um conhecimento das suposições a respeito dos cálculos matemáticos dos dados nos auxiliam em admitir as suposições e a acuidade dos métodos derivados” (Candland, 1968).

1. O método dos limites

Este método foi inicialmente usado para medir o limiar diferencial e foi nesta função que Weber e Fechner o batizaram de método de diferenças apenas perceptíveis. Sendo que o método funciona através de pequenos acréscimos e decréscimos Wundt lhe deu o nome de método das variações mínimas. Por fim, Kraepelin chamou-o de método dos limites, pois vai subindo e descendo até um valor limite de percepção ou de diferenciação perceptiva. Este último nome é atualmente o mais usado.

G. Durup, no vocabulário de psicologia de H. Pieron, define o método dos limites como um método direto de medição dos limiares que consiste em variar o estímulo até que chegue a ser apenas perceptível ou apenas imperceptível. Por esta definição o método seria somente aplicável no caso do limiar absoluto, porém de fato o método foi e é usado também para a determinação do limiar diferencial, portanto poderia acrescentar-se ou apenas diferenciáveis de um outro estímulo (estímulo padrão).

Warren no dictionary of Psychology (1964) define o método de duas maneiras:

Um método de pesquisa em psicofísica no qual se diminui gradativamente o valor de um determinado estímulo (ou a diferença entre dois estímulos) até que não seja mais perceptível, ou também aumentando o valor do estímulo (ou a diferença entre dois estímulos a partir do zero até que seja apenas perceptível).

Um método psicofísico inventado por Bouguer, no qual se apresentam ao observador dois estímulos sensivelmente distintos e se aumenta gradativamente o maior da mesma maneira até que não se pode mais distinguir a diferença original (o limite ou valor limitativo está entre dois valores determinados desta maneira).

Como se vê a primeira definição fala mais especificamente do L.A., mesmo que aquilo que o autor colocou entre parênteses tanto possa ser entendido como valendo para a medição do L.A. de dois pontos, como para a medição do L.D. A Segunda definição já fala mais especificamente da ampliação do método para a determinação do L.D.

O essencial para o método dos limites é que o experimentador faz o estímulo gradativamente aumentar ou diminuir em intensidade, distância etc. até que o observador diz, no caso do L.A. que ele começa a perceber o estímulo ou não o percebe mais e no caso do L.D. que ele percebe ou não percebe mais a diferença entre o estímulo padrão e o estímulo de comparação. Este procedimento é repetido várias vezes e depois se determina um valor médio que com a maior probabilidade indica o L.A. ou o L.D. do indivíduo. A determinação de um L.A. ou L.D. mais generalizável será feita pela média dos limiares de diversos indivíduos.

Os cálculos mais exatos para encontrar o L.A. e o L.D. serão tratados nos seguintes capítulos mais pormenorizadamente.

Os métodos derivados dos métodos dos limites são:

O método do ponto central que é usado com estímulos que variam de um modo contínuo, como, por exemplo, intensidades de luz ou de som, e no qual o estímulo é manipulado pelo próprio sujeito. Este método tanto pode ser usado para a determinação do L.A. como do L.D.

O método das séries planas e ordenadas é essencialmente idêntico ao método dos limites, porém apresenta a seguinte diferença: no método dos limites se continua apresentando o estímulo até que o observador diz que percebe ou não percebe mais a diferença de estímulo padrão e o estímulo de comparação e no método de séries planas e ordenadas se continua apresentando a série completa de estímulos, pois as vezes a pessoa depois de uma resposta na qual julga o s_p e o s_c como iguais repete uma resposta na qual julga o s_c maior como menor, e depois de um julgamento do s_c como maior pode avaliar um s_c maior como igual. Este método é somente usado para a determinação do L.D.

2. O método dos estímulos constantes

Este método foi inicialmente chamado por Fechner de método dos casos falsos e verdadeiros, sendo que o observador julga os s_c como maiores ou menores do que o s_p e sempre há alguns julgamentos em que um s_c maior é julgado como menor e que um s_c menor é julgado como maior, portanto em ambos os casos são julgamentos falsos, enquanto em outros julgamentos o observador acerta julgando s_c como maior como maior e o s_c menor como menor do que o s_p . Como se vê Fechner usava o método essencialmente para a determinação do limiar diferencial.

Algumas vezes o método também foi denominado método das frequências ou também método das diferenças do estímulo constante, porém o mais usado é o método dos estímulos constantes.

Este método foi mais estudado e desenvolvido pelos alemães G.E. Muller e F. Urban.

Warren define o método dos estímulos constantes como o método psicofísico na qual a ocorrência de uma sensação ou de outra experiência (subjetiva) é determinada como uma função da variação do estímulo.

O método oferece como resultado uma função psicométrica que mostra a frequência de uma experiência por julgamento em função do valor do estímulo e que determina constantes estatísticas do tipo de limiar, medida de precisão e ponto de igualdade subjetiva.

Apesar de Warren definir desta forma o método de estímulos constantes como um método para a determinação do limiar diferencial assim como originalmente foi planejado por Fechner, podemos usar este método também para a determinação do L.A.

Neste método da mesma forma como no método dos limites os estímulos são apresentados pelo experimentador, porém sempre são constituídos por estímulos discretos e constantes. No entanto a maior diferença entre o método dos estímulos constantes e o método dos limites está no fato de que no primeiro os estímulos não são oferecidos em séries ascendentes e descendentes, mas completamente ao acaso. Isto tanto poderá ser feito para a determinação do L.A. como para a determinação do L.D.

Apesar de ser possível traçar uma função psicométrica para a determinação do L.A. geralmente o nome função psicométrica é mais usado para a função que determina a relação entre respostas e valores de estímulo na determinação do L.D. mais adiante veremos mais em detalhes a construção desta função psicométrica.

Método derivado. O método do julgamento pode ser considerado como um método que se deriva do método dos estímulos constantes e também foi chamado o método de estímulos isolados. Neste método estímulos discretos são apresentados em ordem ao acaso, mas sem que haja um estímulo padrão, cada estímulo da série é julgado conforme uma impressão absoluta, relacionando-o com uma impressão subjetiva que funciona como um estímulo padrão subjetivo, peça experiência da série completa dos estímulos. Determina-se os limiares nas diversas categorias nos quais o observador classifica os estímulos. O método de julgamentos absolutos pode ser considerado como um método de transição entre os métodos psicofísicos clássicos e o método das escalas.

3. O método do erro médio

Também este método também foi desenvolvido por Fechner e por outros autores foi chamado método de ajustamento, método de igualação ou método de reprodução. Os últimos nomes indicam o melhor procedimento enquanto o nome dado por Fechner se refere mais ao resultado final. O procedimento geral é o seguinte, apresenta-se ao sujeito um sp, por exemplo, uma linha ou intensidade de som ou luz e pede-se lhe de igualar o mais possível um outro estímulo ao valor do sp.

Neste método o s_c é manipulado pelo sujeito, em vez dele assinalar uma diferença ele deve chegar a uma igualdade subjetiva e a diferença entre o s_p e o s_c julgado por ele como igual ao s_p é medida. Desta medida então resultam os erros sobre os quais é calculado um erro médio. Este método nos dá uma distribuição geralmente normal dos erros cometidos e através dele podemos verificar a superestimação ou subestimação do s_p .

Sendo que sempre existe um s_p que deve ser copiado ou igualado o método não se presta para a determinação do L.A. Talvez o método do ponto central poderia ser considerado uma adaptação do método do erro médio à determinação do L.A. O método é mais usado para a determinação do ponto de igualdade subjetiva o que faz com que este método se presta muito bem para o estudo das ilusões ópticas geométricas.

Vamos agora aplicar estes métodos a determinação do L.A. e a determinação do L.D, através desta aplicação o funcionamento dos métodos se tornará mais concreta, possibilitando também a descoberta de problemas que poderão ser estudados por estes métodos.

CAPÍTULO IV - A Determinação do limiar absoluto

Vimos no capítulo III que o limiar absoluto é o valor do estímulo que o organismo é capaz de perceber na metade de suas tentativas, quer dizer em 50% das vezes ele percebe este valor do estímulo enquanto no restante 50% das vezes ele não o percebe. O limiar terminal pode ser definido da mesma maneira, porém para o outro extremo do contínuo psicológico.

Temos que salientar aqui que limiar não deve ser confundido com sensibilidade, pois pelo menos para o limiar absoluto a relação é inversa, quer dizer quanto mais baixo é o limiar de uma pessoa, por exemplo, para a percepção de luz mais alta é a sua sensibilidade para luz. Para o limiar terminal a relação é direta, pois quanto mais alto o limiar terminal para frequência de sons maior a sensibilidade para frequência de sons. Mas isto somente é válido para o limiar terminal, pois também para o limiar diferencial a relação é inversa.

1. O Método dos limites

A aplicação deste método é relativamente simples, mesmo que no caso de luz e de som precisa de instrumentos bastante precisos e, portanto dispendiosos, mas o método pode ser demonstrado bastante bem como uma série de agulhas finas de peso crescente, com gostos e cheiros e com a distância entre os pontos de um estesiômetro ou compasso.

Inicialmente se dá ao observador um estímulo de uma intensidade tão fraca que se tem a certeza que ele não pode detectar, este estímulo se chama estímulo subliminar ou infraliminar. O experimentador em seguida aumenta a intensidade do estímulo até que o observador diz que percebe o estímulo. O experimentador anota este valor, porém para os cálculos ele usará um valor intermediário entre o último estímulo que não foi percebido e o primeiro que foi percebido. Esta série de estímulos que sempre aumenta chama-se série ascendente.

Depois da série ascendente o experimentador apresenta uma série em ordem inversa ou uma série descendente. Neste caso ele começa com um estímulo perceptível ou estímulo supraliminar diminuindo-o gradativamente em intensidade até que o observador diz que não mais percebe o estímulo. Aqui também o experimentador anota tomando para os cálculos o valor intermediário entre o último estímulo percebido e o primeiro estímulo não percebido. Figura 6 visualiza melhor o procedimento explicado acima.

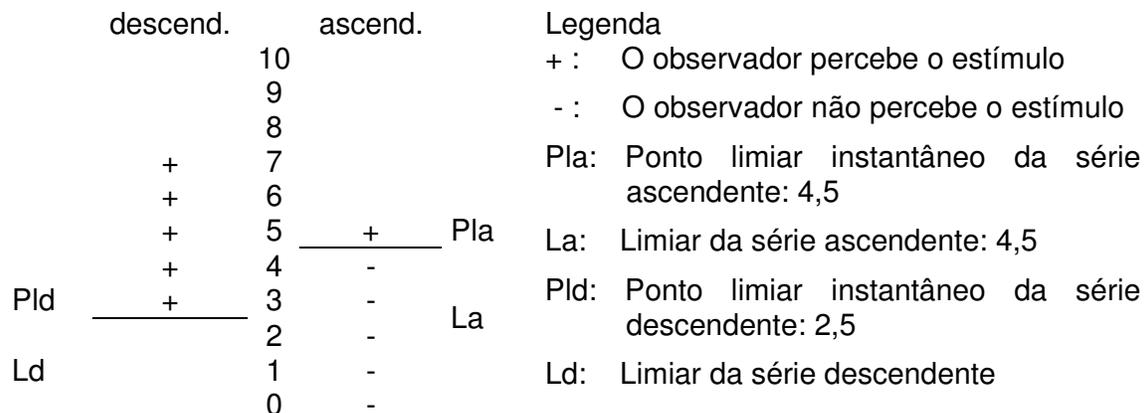


Figura 6: Diagrama do método dos limites para a determinação do L.A.

Numa pesquisa psicofísica devem ser aplicadas diversas séries ascendentes e descendentes em número idêntico. Isto faz com que os sujeitos em psicofísica facilmente podem cair numa certa estereotipia de respostas. Foram planejados alguns meios para evitar esta estereotipia ou para descobrir se eles estão atentos ou não.

Meios para se evitar a estereotipia

1- As séries não devem começar no mesmo ponto, seja infra, seja supraliminar. Isto para evitar que a pessoa se acostuma de p.ex. sempre depois do quarto estímulo dizer que já percebe, o que seria possível se começássemos sempre a partir do mesmo ponto.

2- Normalmente as séries não devem estender muito, recomendando-se o uso de 4 a 7 estímulos por série. Logo que o observador diz que não percebe mais uma série descendente ou começa que começa a perceber numa série ascendente, o valor anotado e a série é considerada como terminada. As vezes para ter maior certeza se repete mais de uma vez aquele valor verificado se o observador reagiu certo.

3- Outro método para se evitar a estereotipia nas respostas e também a monotonia na apresentação dos estímulos consiste em intercalar de vez em quando um estímulo de uma intensidade que o observador não esperava. Numa parte da série que somente tem estímulos muito fracos inclua-se um estímulo forte e vice versa. Desta maneira o sujeito está sendo controlado, se não responde a um estímulo forte no meio de estímulos fracos ou não responde a um estímulo mais fraco no meio de estímulos fortes demonstra que caiu numa estereotipia de respostas e não consegue manter a devida atenção. Este artifício é útil, porém seu uso não deve ser exagerado, não se apresentando mais de dois estímulos estranhos por série.

Voltando para a Figura 6 temos que salientar que o p_{ld} é mais baixo que o p_{la} , uma explicação para este fato é que o organismo uma vez que foi alertado e está atento para um estímulo onde antes não havia nada. É exatamente esta diferença entre o p_{ld} e o p_{la} que mostra a oscilação já em função da habituação. Um limiar calculado apenas na base de pontos limiares descendentes daria um limiar bastante abaixo do que o limiar que a pessoa possui para detectar estímulos novos.

A fórmula para o cálculo do L.A. é bastante simples:

$$\frac{\sum (a + b)}{N} = \frac{a_1 + d_1 + a_2 + d_2 \dots a_n + d_n}{N}$$

Na qual: a = série ascendente. d = série descendente.
N = nº total de séries ascendentes e descendentes.

Esta fórmula dá apenas o resultado final e não informa a respeito da média entre cada série ascendente e descendente, nem informa a respeito da diferença em geral entre as séries ascendentes e descendentes. Para conhecer melhor os resultados de cada par ascendentes e descendentes pode usar a seguinte fórmula:

$$\frac{\frac{(a_1 + d_1)}{2} + \frac{(a_2 + d_2)}{2} + \frac{(a_n + d_n)}{2}}{N / 2}$$

A fórmula seguinte pode ser usada quando se quer saber qual a diferença entre a média das séries ascendentes e descendentes:

$$\frac{Xa + Xd}{2} = LA$$

O resultado de todas as fórmulas é obviamente o mesmo, porém os resultados intermediários tem um significado diferente.

Anotação dos resultados e cálculo do L.A

Exemplo I: Sendo que o método dos limites freqüentemente é usado na audiometria, testando a acuidade auditiva do sujeito, segue o exemplo desta área. Toma-se um som de determinada freqüência, p.ex. de 4000 ciclos por segundo e começando com uma intensidade bem audível diminui-se a mesma até que o som não é mais ouvido. Em seguida começa-se com uma intensidade infraliminar e aumenta-se até que o sujeito informa que está ouvindo o som. Em cada série ascendente (do infra para o supraliminar) toma-se como valor momentâneo do L.A. um valor intermediário entre a última intensidade não ouvida e a primeira ouvida, e na série descendente o valor entre a última intensidade ouvida e a primeira não ouvida. Desta maneira diversas séries ascendentes e descendentes são realizadas e por fim se tira a média dos valores liminares momentâneos que é considerado como o valor que representa o L.A. para aquela freqüência.

O mesmo processo é depois seguido para diversas outras freqüências p.ex. 125, 250, 500, 1000, 2000, 8000, 16,000, e depois de ter fixado os L.As para estas freqüências que comumente são usadas para explorar o campo de audição o audiometrista poderá construir um gráfico cuja curva indica a zona de intensidade de som que o indivíduo é capaz de ouvir nas diversas freqüências apresentadas. Para fins clínicos o processo é geralmente abreviado, pois os indícios de deficiência aparecem logo, porém para uma pesquisa científica as diversas séries têm que ser percorridas antes de se poder calcular um valor mais representativo possível para o limiar absoluto.

Como se pode notar o ponto inicial varia de série em série para evitar uma eventual estereotipia, e foi fixado antes de se começar o experimento.

Tabela 1: Folha completa de anotação para a determinação do L.A. para um tom de 4000cps pelo método direito de um só indivíduo.

Intensidade de estímulos em Db.	Tipos de série						d: descendente a: ascendente
	d	a	d	a	d	a	
- 45	+						
- 46	+				+		
- 47	+				+		
- 48	+				+		
- 49	+		+		+		
- 50	+		+		+		
- 51	+		+		+		
- 52	+		+		+		
- 53	+		+		+	+	
- 54	+	+	+		+	-	
- 55	+	-	-		+	-	
- 56	-	-		+	+	-	
- 57		-		-	-	-	
- 58		-		-		-	
- 59		-		-		-	
- 60		-		-		-	
- 61		-		-		-	
- 62		-		-		-	
- 63				-		-	
- 64				-		-	
- 65				-		-	
Ponto limiar de d cada série a	-55,5	-54,5	-54,5	-56,5	-56,5	-53,5	Xd: -55,5 Xa: -54,83

O L.A. monauricular poderá cair em mais ou menos 55db abaixo de um nível de referência SPL (Sound pressure level) de pressão de 1dina/cm² ou -55. As séries descendentes começam sempre acima deste valor, p. ex. -45, -49, e descem com um Db em cada apresentação até que o som se torna inaudível. As séries ascendentes começam abaixo do valor -55, ou seja, em -62, -65, e -60 e sobem de 1 em 1 Db até que o som se torne audível.

O cálculo do L.A. Como vimos este poderá ser feito de três maneiras diferentes conforme a finalidade do estudo, mas sem diferença no resultado final:

$$\frac{\Sigma (a+b)}{N \text{ (séries)}} = \frac{a+d+a+d+a+d}{6} = \frac{-331}{6} = -55,17$$

$$\frac{\frac{(a+d)}{2} + \frac{(a+d)}{2} + \frac{(a+d)}{2}}{3} = \frac{\frac{-110}{2} + \frac{-111}{2} + \frac{-110}{2}}{3} = \frac{-55 + -55,5 + -55}{3} = \frac{-165,5}{3} = -55,17$$

$$\frac{Xa + Xd}{2} = \frac{-54,83 + -55,5}{2} = \frac{-110,33}{2} = -55,17$$

Exemplo II - O primeiro exemplo tratou de um limiar absoluto se som, tomemos como segundo exemplo um caso de limiar terminal auditivo, para demonstrar que a determinação do L.A. e do L.T. é feita exatamente na mesma forma.

Tabela 2: Folha completa de anotação para a determinação do L.T. para freqüências sonoras pelo método dos limites num só indivíduo.

Freqüência do estímulo em hertz (cps)	Tipos de Séries													
	a	d	a	d	a	d	a	d	a	d	a	d	a	d
22.000							-							-
21.990		-					-				-			-
21.980		-					-				-			-
21.970		-		-			-				-			-
21.960		-		-			-		-		-			-
21.950		-		-			-		-		-			-
21.940		-	-	-			-		-	-	-			-
21.930		-	+	-	-		-		-	-	-		-	-
21.920	-	+	+	-	+	-			-	+	-	-	-	-
21.910	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-	+	+
21.900	+		+		+		+		+		+	+	+	
21.890	+		+		+		+		+		+		+	
21.880	+		+		+		+		+		+		+	
21.870	+		+		+		+		+		+		+	
21.860	+		+		+		+		+		+		+	
21.850	+		+		+		+		+		+		+	
21.840			+		+		+		+		+		+	
21.830			+		+		+		+		+		+	
21.820			+		+		+		+		+		+	
Ponto	a	21.915	21.935	21.925	21.905	21.925	21.915	21.925	21.915	21.915	21.915	21.905	21.915	
Limiar	d		21.925	21.915	21.915	21.915	21.915	21.915	21.915	21.905	21.915			
Xa = 21.919,23														
Xd = 21.915,00														

Comparando os resultados deste Exemplo II com os do Exemplo I pode se observar que os + e os - são exatamente invertidos por se tratar aqui do limiar terminal. A série ascendente começa com um estímulo percebido que não é mais percebido, e a série descendente começa com um estímulo não percebido e termina num estímulo percebido, contrário ao que se viu no Exemplo I.

Cálculo do Limiar Terminal (L.T.)

$$1^{\circ} \text{ método: } \frac{\Sigma (a+d)}{N (\text{séries})} = \frac{306.840}{14} = 21.917,14$$

$$2^{\circ} \text{ método: } \frac{\frac{(a+d)}{2}}{7} + \frac{\frac{(a+d)}{2}}{7} = \frac{153.420}{7} = 21.917,14$$

$$3^{\circ} \text{ método: } \frac{Xa+Xd}{2} = \frac{21.919,28+21.915,00}{2} = 21.917,14$$

Exemplo III: Este exemplo trata do limiar absoluto da percepção de dois pontos do estesiometro, respondendo à pergunta: Quando é que a pessoa discrimina no antebraço a presença de dois pontos, em vez de um, qual deve ser a distância entre os dois pontos para que haja esta discriminação. A tabela é apresentada diferentemente das tabelas dos exemplos anteriores, sendo que os estímulos estão nas colunas e as séries ascendente e descendente nas linhas.

Tabela 3: Resultados da aplicação do estesiometro com diversas aberturas em cm, em escalas ascendentes e descendentes, no antebraço.

Tipos de Séries	Separação de pontos em cm							Pld	Pla
	2	3	4	5	6	7	8		
d			-	+	+	+	+	4,5	
a	-	-	-	-	-	+			6,5
d		-	+	+	+	+	+	3,5	
a	-	-	-	-	+				5,5
d			-	+	+	+	+	4,5	
a	-	-	-	-	-	+			6,5
d				-	+	+	+	5,5	
a	-	-	-	-	+				5,5
d			-	+	+	+	+	4,5	
a	-	-	-	-	-	+			6,5
								22,5	30,5
								Xd = 4,5	Xa = 6,1

Cálculo do L.A.

1º método $53/10 = 5,3$

$$2^\circ \text{ método: } \frac{\frac{4,5+6,5}{2} + \frac{3,5+5,5}{2} + \frac{4,5+6,5}{2} + \frac{5,5+5,5}{2} + \frac{4,5+6,5}{2}}{5} =$$

$$\frac{5,5+4,5+5,5+5,5+5,5}{5} = \frac{26,5}{5} = 5,3$$

$$3^\circ \text{ método: } \frac{4,5+6,1}{2} = \frac{10,6}{2} = 5,3$$

Deve-se observar que os passos em que as séries ascendentes e descendentes são feitos são mantidos pequenos, de um centímetro. Passos grandes demais para um estímulo para outro daria uma estimação muito grosseira. A razão de ser das séries ascendentes e descendentes como já visto anteriormente reside no fato que é mais fácil seguir um estímulo quando este diminui em intensidade do que começar a perceber quando este aumenta em intensidade. Tomando-se a média das duas séries estas duas tendências se anulam chegando a um valor intermediário provável do L.A. ou do L.T.

Nos exemplos acima usamos a média, pois a variação é pouca e a distribuição é normal de tal forma que haverá pouca diferença entre a mediana e a média. Continua, no entanto o conceito do L.A. mais ligado a mediana, como sendo um valor que 50% dos casos é percebido e em 50% dos casos não é percebido.

Aplicação

São diversas as aplicações do método dos limites para a detecção do L.A. tanto na audiometria onde o método dos limites é mais usado, como na visão onde foi usado p.ex. para traçar as curvas de adaptação ao escuro como uma função do tempo (Mor, Briggs e Michels, 1954). Também nos estudos psicofísicos do L.A. em gustação, olfação e sentido cinestésico o método dos limites é freqüentemente usado. Mais recentemente o método foi usado para descobrir a avaliação subjetivas dos salários (Zedec, Smith, 1968). Por nós o método foi utilizado para pesquisar a distância entre as letras e o tamanho das letras para ótima legibilidade de placas rodoviárias.

2. Método do ponto central

Este método foi definido por Durup como o método em que o sujeito regula o estímulo de tal maneira que apenas perceba o fenômeno para o qual se mede um limiar, depois o manipula de modo que desaparece, aparece de novo, etc. e se detém finalmente no ponto central ou média de seus movimentos vai e vem.

A diferença com o método dos limites é que o estímulo é oferecido de modo contínuo e não em estímulos discretos e que o próprio sujeito faz uma apresentação descendente e ascendente e determina cada vez um ponto médio entre as duas. Esta última parte faz com que o método não se distingue essencialmente do método dos limites. O sujeito faz aparecer e desaparecer o estímulo, num audiômetro ou adaptômetro, porém para que o método possa sortir bons efeitos recomenda-se que o ponto de partida para as manipulações seja alternadamente supra e infraliminar.

Cada ponto central é assim tomado como um ponto limiar instantâneo. Quando depois de diversas apresentações, se dispõe de um conjunto de medidas, pode se tomar a mediana ou o valor central da série com 50% de um e 50% de outro lado. No caso de haver número par de séries toma-se a média aritmética dos dois valores centrais. Uma dispersão muito grande de medidas pode ser resolvida pelo processo de interpolação gráfica como veremos tratando do método de estímulos constantes. Como índice de variabilidade pode ser usada a amplitude semi-interquartil, cuja fórmula é: $q_3 - q_1 / 2 = q$ na qual q_3 é o valor correspondente ao percentil 75, ou terceira quartil, q_1 é o valor correspondente ao percentil 25 ou primeiro quartil, e q é a amplitude semi-interquartil.

Cálculo do L.A. : O L.A. é fácil de calcular. Anota-se o ponto central de cada manipulação e toma-se a mediana dos pontos centrais obtidos.

Exemplo: Resultados brutos: 6,3; 5,8; 4,6; 5,3; 4,9; 5,2; 5,0

Colocando estes resultados em ordem crescente obtemos

4,6; 4,9; 5,0; 5,2; 5,3; 5,8; 6,3

A mediana é 5,2

Se tivesse mais um valor abaixo de 4,6, por exemplo, 4,2 a mediana seria representada pela média de $5,0 + 5,2 = 5,1$.

Se tivesse pelo contrário um outro valor acima p. ex. 6,5 a mediana seria a média de $5,2 + 5,3 = 5,25$.

Alguns autores aceitam a média como um valor que corresponde ao limiar, e neste caso seria $37,1:7 = 5,3$. Como se vê quando a distribuição é bastante normal não existe muita diferença, porém se tiverem os valores altos numa extremidade da distribuição estes desviarão bastante a média.

3. O método dos estímulos constantes

O método dos estímulos constantes, chamado por Fechner de método dos casos verdadeiros e falsos, é algumas vezes também denominado métodos das frequências ou método das diferenças do estímulo constante.

Neste método, assim como no método dos limites, os estímulos são apresentados pelo experimentador e são constituídos de valores discretos.

A maior diferença entre este método e o método dos limites consiste no fato que os estímulos não são oferecidos em séries ascendentes e descendentes, mas simplesmente numa ordem ao acaso. Chama-se método dos estímulos constantes porque os valores são discretos e não contínuos como no método do ponto central.

Como é que se pode determinar o L.A. quando não se aplicam séries ascendentes e descendentes? Isto se consegue através da apresentação de valores de estímulos que vão de valores infraliminares para valores supraliminares numa ordem ao acaso., mas de tal modo que cada valor é apresentado o mesmo numero de vezes.

Para que se possam oferecer valores infra e supraliminares de estímulo deve-se determinar primeiro mais ou menos a zona do limiar. Isto é feito através de uma série ascendente e uma descendente conforme o método dos limites num pequeno grupo de sujeitos, que via de regra, não serão incluídos no próprio experimento. Uma vez estabelecido o âmbito provável do limiar toma-se uma série de estímulos, normalmente de 6 a 7 dos quais os valores mais altos são seguramente infraliminares . É importante distribuir bem os intervalos entre os estímulos, pois se estes intervalos estiverem muito pequenos a aplicação tomará tempo demais, e no caso contrário, com intervalos grande demais a determinação do L.A. ficará muito grosseira.

Uma vez estabelecido, com cuidado, os valores dos estímulos e os intervalos entre eles, é elaborada uma folha de aplicação na qual se coloca uma distribuição de uma seqüência ao acaso. Para isto se usa lista de números ao acaso (radom numbers), que apresentamos no anexo 1. Com um lápis se aponta, ao acaso, qualquer número da lista, o número indicado será o número de ordem de apresentação do primeiro estímulo da série, depois segue os números para a direita, ou como se quiser para a esquerda, para cima ou para baixo, a partir deste primeiro número, dando assim os números de ordem de apresentação do segundo, do terceiro até o último estímulo. O importante neste

procedimento é que qualquer valor de estímulo tem a mesma chance de ocorrer depois de um certo valor de estímulo apresentado, por isto também pode ocorrer que ele é seguido por ele mesmo, quer dizer que o mesmo valor do estímulo é apresentado duas ou mesmo três vezes em seguida. Um outro procedimento bastante simples é escrever os valores da séries de estímulos um por um pedacinho de papel, depois se coloca todos os papéis num a caixa e tira um papelzinho por vez. O primeiro valor sorteado será número 1 na apresentação, o segundo valor número 2 e assim em seguida, tendo-se o cuidado de sempre repor na caixa o papel que foi tirado.

Na Tabela 4 segue uma folha de apresentação na qual os números indicam a ordem de apresentação. Como se vê passando da Segunda para a terceira série o valor 8 é apresentado duas vezes em seguida.

Depois de cada número que indica a ordem de apresentação se deixa um pequeno espaço na qual poderá ser inserido a resposta do sujeito com os sinais + ou - , percebeu ou não percebeu.

Tabela 4: Folha de aplicação de estímulos para a avaliação do L.A. de sensibilidade tátil pelo método se estímulos constantes.

Séries	S em cg							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1ª	2	5	3	6	7	4	8	1
2ª	13	9	11	14	12	15	10	16
3ª	24	23	20	21	18	22	19	17
4ª	32	27	25	30	26	29	31	28
Etc								

Agora podemos iniciar a apresentação dos estímulos na ordem prevista. No decorrer do experimento podem ocorrer duas situações nas quais convém mudar a série de estímulos:

Quando determinados valores de estímulo mais altos sempre são percebidos,

Quando determinamos valores de estímulos mais baixos nunca são percebidos.

Nestes dois casos entre valores de estímulos podem ser eliminados o que abreviará o experimento, no entanto, convém manter sempre um valor de estímulo mais alto que é sempre percebido e um valor que sempre não é percebido. Em outras palavras na prática mantém-se sempre um valor acima ou abaixo do valor no qual há percepções contrárias ou duvidosas.

Usando este método não se obtém limiares instantâneos, apenas fica se sabendo se o estímulo apresentado é percebido, não é percebido, ou é percebido com certas dúvidas, bem como a proporção destas percepções e não-percepções no total das apresentações. Quando o estímulo é percebido, coloca-se + , quando não é percebido, coloca-se - , e nos casos nos quais a percepção é duvidosa coloca-se ? , contando para este último meio ponto enquanto + ou - valem um ponto inteiro.

Em cada coluna os pontos de percepção positivos e duvidosos são somados e entram nos totais.

Tabela 5: Folha de anotação dos resultados da medição do L.A. de sensibilidade tátil por meio de agulhas. Valores de estímulo em centigramas e o intervalo entre os estímulos de 1 cg. (Modificação de Fraise)

Séries	S em cg								
	2	3	4	5	6	7	8	9	
1 ^a	-	?	-	+	+	+	+	+	
2 ^a	-	-	+	+	+	+	+	+	
3 ^a	-	-	-	+	?	?	+	+	
4 ^a	-	-	?	-	+	+	+	+	
5 ^a	-	?	-	-	+	+	+		
6 ^a	-	-	?	?	+	+	+		
7 ^a	-	-	+	-	+	+	+		
8 ^a	-	-	-	+	-	+	+		
9 ^a	-	-	-	+	?	+	+		
10 ^a	-	-	-	-	+	+	+		
<hr/>									
Total de Percepções em 10 apresentações	0	1	3	5,5	8	9,5	10		
<hr/>									
Porcentagem de percepções	0	10	30	55	80	95	100		
<hr/>									

Os totais nos informam quantas vezes um determinado valor de estímulo foi percebido em 10 apresentações; a expressão destes totais em porcentagens facilita cálculos posteriores.

Como se pode observar o estímulo de 9 cg foi abandonado por ser um segundo valor de estímulo que sempre recebe respostas positivas.

Cálculo do limiar absoluto

Para a determinação do L.A, estabeleceu-se que este corresponde ao valor do estímulo que foi percebido em 50% dos casos. No exemplo da tabela 5 não encontramos nenhum valor que foi percebido em 50% dos casos. Este valor hipotético estaria entre 4cg (com 30%) e 5cg (com 55%). Para encontrar este valor correspondente aos 50% ou à mediana da distribuição podemos usar entre outros os seguintes processos:

1. Método de interpolação linear

Aceitamos que a variação das respostas em função dos estímulos segue uma função linear. Nesta suposição podemos calcular com facilidade o valor do estímulo correspondente aos 50% baseando-nos sobre os valores que correspondem aos 30% e aos 50%.

Primeiro temos que observar qual a diferença dos valores do estímulo, que no nosso caso é de 1 cg. Este 1 cg entre os valores de 4 cg e 5 cg corresponde a $55\% - 30\% = 25\%$ de respostas positivas.

Queremos agora saber a quantas centigramas corresponde 50% ou a mediana da distribuição. Começando pela porcentagem relativa a 4 cg (30%) podemos dizer que a distância até os 55% relativos a 5cg é igual a 25%, enquanto a distância até a mediana é 20%. Colocando isto formula da regra de três temos: $25/20=1/X$, na qual 25 representa a porcentagem entre 4 e 5 cg e 20 a porcentagem que é necessária para obter os 50% a partir do 30%, 1 corresponde a distância entre os valores dos estímulos e x nos dará em cg a quantidade que devemos acrescentar aos 4 cg para obter o valor do estímulo que corresponde à mediana.

Acrescentando o valor de x ao valor do estímulo de 4 cg que serviu como ponto de partida temos 4,8 cg correspondente ao hipotético valor da mediana.

Podemos também calcular L.A. a partir dos 55% correspondentes ao valor de 5cg. $25/5=1/x = 0,2$.

Subtraindo agora o valor de x do valor do estímulo de 5 cg encontramos de novo 4,8 cg como valor correspondente a mediana.

Neste cálculo simples tem que se levar sempre em consideração o valor do intervalo entre os estímulos apresentados. Se em vez de 1 cg em 1 cg, o valor do estímulo aumentaria de 2 em 2 cg, a série de estímulos seria: 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16. O valor da mediana estaria entre 8 e 10 cg e o cálculo deveria ser feito levando em consideração o valor 2 do intervalo:

$$25/20= 2/x = 9,6cg.$$

2. O método da interpolação gráfica

Além do método de interpolação linear podemos também usar o método de interpolação gráfica para determinar o valor de estímulo que corresponde a mediana. Este método é bastante simples mesmo que dá resultados um pouco menos exatos que o método de interpolação linear e pode facilmente ser usado para controlar os resultados encontrados por meio deste último.

Como vimos nem sempre é possível aplicar um número muito extenso de séries, o que faz com que os resultados encontrados através de um relativamente pequeno número de séries não correspondem a uma distribuição perfeitamente normal. Na impossibilidade de aplicar séries recorreremos a interpolação gráfica na suposição que as freqüências de um grande números de séries corresponderia a uma curva normal de freqüências acumuladas de respostas positivas. Esta curva normal ou ogiva de Galton tem uma forma sigmóide, na qual a parte entre 25% e 75% corresponde praticamente a uma reta.

Na ordenada ou eixo de y, coloquem-se as porcentagens correspondendo os 100% ao total das séries aplicadas e na abcissa, ou eixo de x, os valores de estímulo marcando para cada um a porcentagem em que foi percebido. Se a distribuição for normal os pontos que indicam as freqüências em % acima de cada valor podem simplesmente serem

unidos por uma linha sigmoidal. Se a distribuição for normal os pontos podemos primeiro fazer um polimento da curva a mão livre ou pelos pontos médios da bissetriz de cada triângulo formados por três pontos subseqüentes, como explicaremos mais adiante. Traçada essa curva, marca-se com uma linha horizontal na altura dos 50% um ponto na curva do qual se faz descer uma perpendicular para a abcissa encontrando deste modo um valor aproximado para o L.A. Recomenda-se o uso de papel milimetrado para obter um valor mais apurado. O gráfico da Figura 7 mostra o resultado da aplicação do método de interpolação gráfica aos dados da Tabela 5.

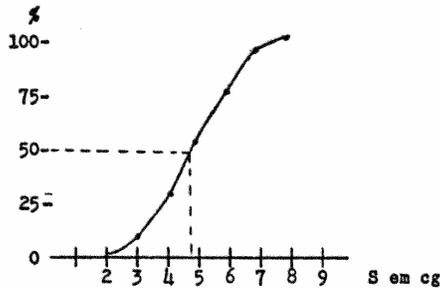


Figura 7: Método de interpolação gráfica aplicado aos dados da tabela 5. A mediana corresponde aproximadamente a 4,8 cg.

Exemplo: Apresentamos em seguida outro exemplo para ilustrar os métodos anteriores de interpolação linear e gráfica, usando o mesmo também para ilustrar outros métodos para a determinação da mediana, ou melhor, de um valor médio representativo para o L.A. Neste exemplo não foram admitidas respostas de percepção duvidosa.

Os outros métodos que apresentaremos são:

- 1) O método de três pontos no qual não apenas se levam em conta os dois valores de estímulos que estão em torno de 50% mas também os valores em volta de 25% e 75%.
- 2) O método baseado na ogiva média traçada a mão ou formado pela conexão dos pontos médios da bissetriz de triângulos formados por três pontos subseqüentes.
- 3) Um método que se baseia na transformação das porcentagens em notas Z e a determinação de ponto z positivo e um negativo que determinam a reta cujo cruzamento com a linha Z=0 determina o valor mais provável correspondente à mediana da distribuição.
- 4) O método dos mínimos quadrados. Este método determina uma reta de tal forma que os desvios verticais dos pontos que correspondem aos dados, quando elevamos cada desvio ao quadrado e tomamos a soma destes quadrados, serão mínimos.

Tabela 6: Parte de folha de anotação, totais, proporções e porcentagens da determinação do L.A. pelo método dos estímulos constantes, com valores de estímulo imaginários.

Valor Séries de S	100	120	140	160	180
1ª	-	+	+	+	+
2ª	-	-	+	-	+
3ª	-	+	-	+	+
x	x	x	x	x	x
19ª	-	-	+	-	+
20ª	+	-	+	+	-
Total de + em 20 séries	1	3	11	13	18
Proporção p (+)	0,05	0,15	0,55	0,65	0,90
%	5	15	55	65	90

O valor da mediana situa-se entre 15% e 55% e corresponde a um valor médio provável do L.A. Como se determina esse valor? Apliquemos primeiro os métodos de interpolação linear e gráfica.

1º. Método de interpolação linear

O intervalo entre os estímulos é 20. A diferença entre as porcentagens que contém os 50% é 40, enquanto a diferença da menor porcentagem para o valor mediana é 35%.

$$40/35=20/x = 17,5.$$

O valor estimado da mediana é $120+17,5 = 137,5$.

Ou começando a partir dos 55% :

$$40/5 = 20/X = 2,5$$

O valor da mediana é $140- 2,5 = 137,5$

2º. Método de interpolação gráfica

Elaborando um gráfico sp (estímulo proporção de respostas positivas) conforme o processo de interpolação gráfica a mediana cai no ponto da abcissa cortada pela perpendicular que desce do ponto onde a

linha de p 0,50 (50%) corta a curva no gráfico e que poderá ser verificado como um valor de estímulo aproximadamente 137,5. Assim como se pode ver na Figura 8.

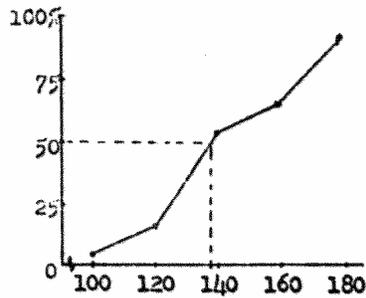


Fig.8. Determinação do L.A. pelo método de interpolação

Este tratamento dos dados, entretanto apresenta dois inconvenientes:

1º O L.A. é calculado partindo-se apenas de 2 pontos que determinam a rota que passa pela linha de p. 0,50, a saber, 120 e 140 (respectivamente p. 0,15 e 0,55).

2º Não é possível que uma linha quebrada como apresenta no gráfico seja a representação real da função que deveria ter a forma de uma curva contínua (quase-reta) na área entre p. 0,75

3º O Método de três pontos.

O primeiro dos dois inconvenientes mencionados acima poderá ser corrigido da seguinte forma. Além dos valores necessários para calcular a mediana levam-se em consideração também os valores necessários para calcular os quartis: Q1 e Q3 correspondentes aos pontos p. 0,25 (25%) e p.0,75(75%).

Desta maneira podemos localizar graficamente o Q1 em 125, a mediana ou Q2 em 137,5 e o Q3 em 165, sempre traçando a linha horizontal a partir da respectiva proporção e traçando uma perpendicular nas pontas de interseção com a curva traçada sobre os dados experimentais. Figura 9 mostra os procedimentos e os resultados. Agora podemos tomar a média destes três valores de estímulo como uma estimativa mais digna do L.A. do que apenas a mediana, pois no nosso caso, por exemplo, também os dados relativos aos s 160 e 180 são levados em consideração.

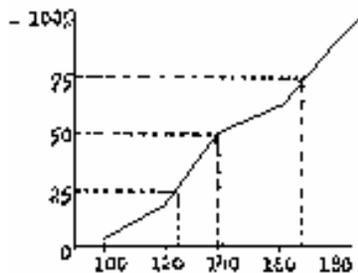


Figura 9: Determinação do L.A. pelo método dos três pontos

Os valores correspondentes aos p 0,25 e p 0,75 tanto podem ser calculados pela interpolação linear como pela interpolação gráfica.

O resultado final como sendo a média dos três valores é, portanto $125 + 137,5 + 168 : 3 = 143,5$ como um valor mais representativo do L.A.

Como medida de variabilidade podemos usar a amplitude semi-interquartil ou o desvio padrão. Para calcular o primeiro aplica-se a fórmula $Q = q_3 - q_1 / 2$, na qual q_3 é o quartil superior, q_1 o quartil inferior e q a amplitude semi-interquartil. No nosso exemplo teremos então $Q = 168 - 165 : 2 = 21,5$ como a variabilidade em torno da mediana.

O desvio padrão poderá ser encontrado a partir dos níveis $p_{0,16}$ (120,5) e $p_{0,84}$ (175,2) que fornece um dp de $175,2 - 120,5 : 2 = 27,3$. O fato de tomar $p_{0,16}$ como -1 e $p_{0,84}$ como $+1$ dp pode ser facilmente compreendido quando se lembra que 68% da distribuição numa curva normal se acha entre -1 dp e $+1$ dp.

Neste método, portanto, mais valores foram levados em consideração para estimar o L.A. e ainda se obtém uma estimativa de sua variabilidade.

4º. Métodos de polimento da curva a mão livre ou pelos pontos médios da bissetriz (Vincent).

O segundo inconveniente da interpolação gráfica, ou seja, o fato de uma linha quebrada dificilmente poder representar a função real, poderá ser resolvida levando em conta as seguintes considerações.

Os resultados de muitos experimentos demonstram que a curva mais adaptada a este tipo de danos é a ogiva de Galton. Também a teoria confirma esta afirmação, pois sempre que uma função biológica varia, esta variação tende para uma distribuição normal (tamanho das folhas de uma determinada espécie de planta, quantidade de comida ingerida por dia, a altura e o peso em pessoas da mesma idade, mesmo sexo e aproximadamente o mesmo tipo de trabalho, nas mesmas condições climatológicas, etc.) uma ogiva não é outra coisa senão a forma acumulativa desta distribuição normal.

Consideremos o seguinte exemplo, cujos dados experimentais estão expressos na tabela 7 e dos quais traçamos a ogiva de Galton correspondente na Figura 10.

Tabela 7. Totais de 100 tentativas no método do ponto central, alternativamente começando de um ponto mais alto e de um ponto mais baixo.

Valores do S	6	7	8	9	10	11	12
Séries(100)							
Porcentagem em que o valor de S foi indicado como ponto L.A.	5%	10%	20%	30%	20%	10%	5%
Freqüência Acumulada	5	15	35	65	85	95	100

Na ogiva de Galton ou curva de freqüências acumuladas as porcentagens dos diversos valores são somas. A Figura 10 supõe apenas 100 tentativas, porém se tivessem tido diversos milhares de tentativas a ogiva ficaria mais perto dos 0% e dos 100% sem, no entanto jamais alcançar esses limites, pois apesar de milhares as medidas ainda continuariam limitadas e nunca alcançamos toda a população que seria todas as medidas em todos os momentos em todos os indivíduos. Em geral a ogiva hipotética passa bem

perto dos dados, alguns deles ficando um pouco acima ou abaixo como vimos no exemplo da Tabela 6.

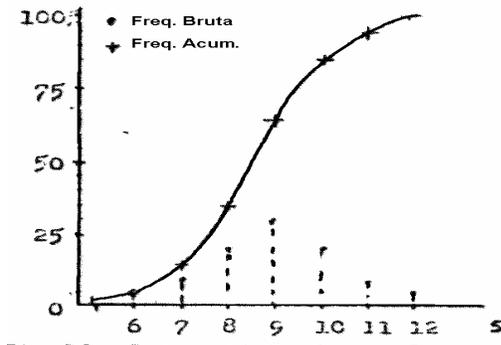


Figura 10: Ogiva de Galton relativa aos dados da Tabela 7

A linha de curva é mais próxima da vertical por volta de 50% e é quase uma reta entre 30 e 70%. Nestes pontos começa uma inclinação correspondendo a $p = 0,16$ e $p = 0,84$.

A curva se achata para a linha de base da esquerda (0%) e para a linha de cima à direita (100%).

Teoricamente essas duas partes são assindéticas, quer dizer, tendem a zero quando o ponto se estende ao infinito. Como já dissemos neste caso o infinito seria todos os resultados de todas as medições deste tipo em todos os indivíduos em todos os momentos o que é impraticável. Por isto procuramos através de relativamente poucos casos fazer uma estimativa mais representativa possível da população.

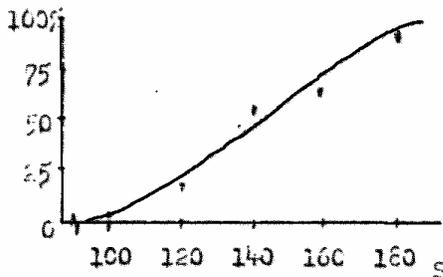


Figura 11: Ogiva traçada a mão livre sobre os dados da Tabela 6

Visto, portanto que a ogiva representa melhor a distribuição normal de frequência podemos procurar traçar a mesma através de pontos referentes aos dados obtidos, voltando para a tabela 6. Com algum exercício pode-se traçar uma ogiva a mão livre que satisfaz mais ou menos as condições mencionadas.

No entanto de um pesquisador para outro esta ogiva traçada a mão livre pode ser ainda bastante diferente. Um método que permite traçar uma curva que chega bastante perto de

uma curva calculada por métodos mais complicados é a curva traçada pelo ponto médio das bissetrizes dos triângulos formados por três pontos consecutivos dos dados experimentais. Na Figura 12 mostramos a aplicação deste tipo de polimento que é bastante simples e que permite uma certa uniformidade na inclinação da curva polida.

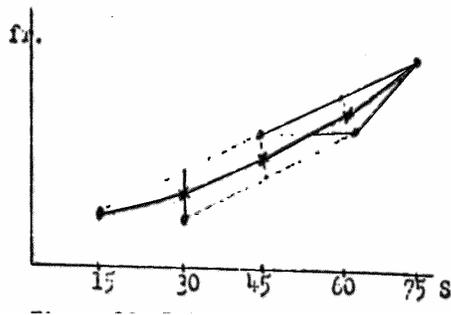


Figura 12: Polimento da curva pelos pontos médios das bissetrizes

5º. O método dos pontos z médios

Sendo que a elaboração de uma boa ogiva encontra sempre algumas dificuldades, seria mais fácil se os pontos que formam a ogiva poderiam ser representados por uma linha reta. Existe um papel especial “probit”, usado na estatística, com linhas mais juntas no centro e linhas mais afastadas nas extremidades, que tem por resultado que a linha curva da ogiva é esticada formando uma reta. Porém mesmo quando não dispomos deste tipo de papel, podemos obter o mesmo efeito pela transformação de um gráfico s-p num gráfico s-z, e correspondente cálculo dos pontos médios z. Neste caso os valores p são transformados em pontos z com a ajuda de uma tabela (ver anexo 2) e o gráfico poderá ser traçado em papel milimetrado comum.

Neste caso p 0,50 ou 50% que representa a mediana correspondente a $Z= 0,00$. Os pontos z são positivos ou negativos na medida em que se situam, respectivamente acima ou abaixo da linha $z:0,00$.

Quanto aos quartis p 0,25 corresponde a z: - 0,67

P 0,75 corresponde a z: +0,87

Quanto ao desvio padrão:

$$+ 1 dp = z : +1,0$$

$$-1 dp = z : -1,00$$

$$+ 2 dp = z : +2,00$$

$$-2 dp = z : -2,00 \text{ etc.}$$

a) Traçando a reta sobre o ponto z a transformação dos valores p da tabela 6 em notas z resulta no quadro abaixo e a representação gráfica destes pontos mostramos na Figura 13.

S	P	%	Z
100	0.05	5	-1.64
120	0.15	15	-1.04
140	0.55	55	+0.13
160	0.65	65	+0.39
180	0.90	90	+1.28

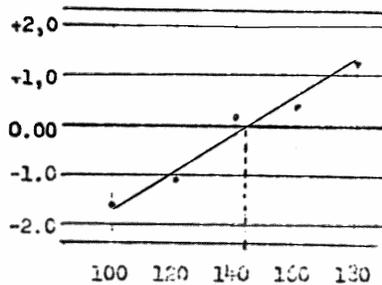


Figura 13: Gráfico dos valores p da Tabela 16 transformados em Nota z

Traçando-se uma reta através dos pontos obtidos, e projetando os pontos que esta reta cruza as linhas horizontais em $z: 0,00$; $z:+1$ e $z:-1$ sobre a abcissa obtém-se os valores correspondentes, respectivamente, à mediana + 1dp e - 1 dp. Também se pode calcular facilmente a amplitude semi interquartil (q) projetando os pontos onde a reta cruza as horizontais de $z 0,67$ que correspondem a $q1$ e $q3$.

No entanto também a reta traçada a mão livre sobre os pontos é sujeito a crítica. Diversos pesquisadores podem traçar linhas sobre os mesmos dados que divergem um pouco de um para outro. Portanto, convém Ter um método para localizar exatamente esta reta.

Traçando a reta sobre pontos z médios

Para uma localização mais exata da reta basta Ter dois pontos que um lado representam os dados e de outro lado definem a reta.

Estes dois pontos são os pontos z médios que podem ser calculados da seguinte maneira.

Exemplo 1

S	p	z
+100	0,05	-1,64
-120	0,15	-1,14
+140	0,55	+0,13
-160	0,65	+0,39
+180	0,90	+1,28

$$Z \text{ médio para } 120 = [(-1,64)+(-1,04)+(0,13)] / 3 = -0,85$$

$$Z \text{ médio para } 160 = [(0,13)+(0,39)+(1,28)] / 3 = +0,60$$

Como se pode verificar na Figura 14 marcam-se estes dois pontos médios no gráfico das linhas correspondentes aos valores de estímulo 120 e 160 e depois traçamos através destes pontos a reta. A projeção dos pontos de intersecção desta reta com as linhas $z: 0,00$, $z: + 1,00$ a $z: -1,00$ correspondente na abcissa respectivamente aos valores da mediana e dos dps.

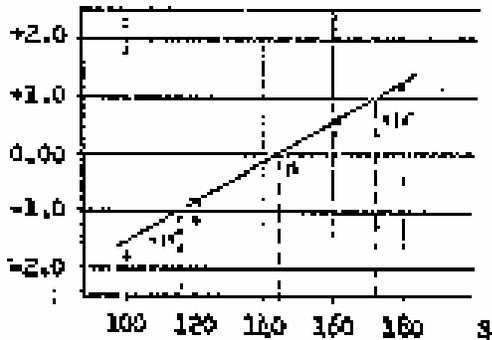


Figura 14: Reta traçada pelos pontos médios z .

Da mesma forma a projeção dos pontos de intersecção em $-0,67$ e $+ 0,67$ fornecem respectivamente $Q1$ e $Q3$.

Como demonstra o exemplo apresentado, quando temos um número ímpar de valores de s tomamos duas vezes o valor central incluindo-o tanto na soma dos valores abaixo de $z : 0,00$. Quando temos um número par de valores de estímulo podemos dividir os valores em dois grupos respectivamente acima e abaixo de $z:0,00$, tomando o ponto z médio como representativo para o valor central de cada grupo de valores, quando cada um dos grupos consiste de um número ímpar de valores, toma-se simplesmente o valor que ocupa um lugar central no grupo, como mostra o exemplo 2. Porém quando um dos grupos consiste de um número par de valores de s , deve-se calcular um valor intermediário entre os dois valores centrais, e o ponto z se refere então a este valor intermediário calculado e, portanto a nenhum dos valores de estímulo realmente usados no experimento como mostra o exemplo 3.

Portanto um ponto ao qual sempre se deve dar bastante atenção é verificar qual é o ponto do valor do estímulo representado pelo valor z médio.

ANEXO 2

TABELA DE CONVERSÃO DE VALORES P EM Z

p	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09	.10
z	-2.36	-2.05	-1.88	-1.75	-1.64	-1.55	-1.48	-1.41	-1.34	-1.28
p	.11	.12	.13	.14	.15	.16	.17	.18	.19	.20
z	-1.23	-1.18	-1.13	-1.08	-1.04	-0.99	-0.95	-0.92	-0.88	-0.84
						-1 DP				
p	.21	.22	.23	.24	.25	.26	.27	.28	.29	.30
z	-0.81	-0.77	-0.74	-0.71	-0.67	-0.64	-0.61	-0.58	-0.55	-0.52
					Q.1					
p	.31	.32	.33	.34	.35	.36	.37	.38	.39	.40
z	-0.50	-0.47	-0.44	-0.41	-0.39	-0.36	-0.33	-0.31	-0.28	-0.25
p	.41	.42	.43	.44	.45	.46	.47	.48	.49	.50
z	-0.23	-0.20	-0.18	-0.15	-0.13	-0.10	-0.08	-0.05	-0.03	-0.00
									Me	
p	.51	.52	.53	.54	.55	.56	.57	.58	.59	.60
z	0.03	0.05	0.08	0.10	0.13	0.15	0.18	0.20	0.23	0.25
p	.61	.62	.63	.64	.65	.66	.67	.68	.69	.70
z	0.28	0.31	0.33	0.36	0.39	0.41	0.44	0.47	0.50	0.52
p	.71	.72	.73	.74	.75	.76	.77	.78	.79	.80
z	0.55	0.58	0.61	0.64	0.67	0.71	0.74	0.77	0.81	0.84
					Q3					
p	.81	.82	.83	.84	.85	.86	.87	.88	.89	.90
z	0.88	0.92	0.95	0.99	1.04	1.08	1.13	1.18	1.23	1.28
				+1DP						
P	.91	.92	.93	.94	.95	.96	.97	.98	.99	.99,5
Z	1.34	1.41	1.48	1.55	1.64	1.75	1.88	2.05	2.33	2.58

Exemplo 2

S	P	z	
50	0.10	-1.28	
-70	0.30	-0.52	ponto z médio para 70 $(-1.88/3) = -0.63$
90	0.47	-0.08	
110	0.59	0.23	
-130	0.73	0.61	ponto z médio para 70 $(2.48/3) = +0.83$
150	0.95	1.64	

Exemplo 3

S	P	z	
20	0.08	-1.41	
-30	0.19	-0.88	ponto z médio 35 $(-2.83/4) = -0.71$
40	0.33	-0.44	
50	0.46	-0.10	
60	0.58	0.20	
70	0.72	0.58	ponto z médio 75 $(3.37/4) = +0.84$
-80	0.85	1.04	
90	0.94	1.55	

A Figura 15 mostra como a partir dos dados apresentados no exemplo 3 são encontrados facilmente no gráfico S – z os valores representativos da mediana, dos DP's e do Q1 e Q3.

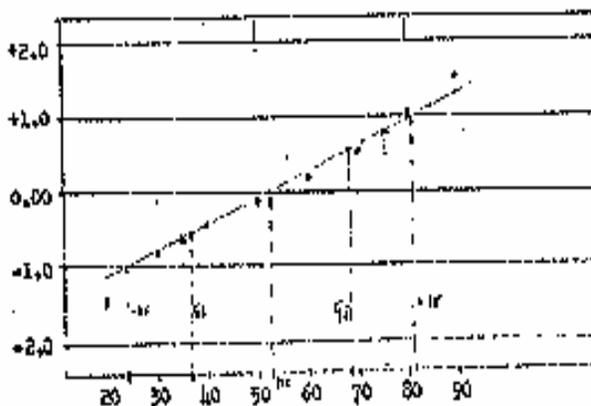


Figura 15: Retra traçada pelos pontos médios z e indicação dos valores prováveis da Me, dos DP's e do Q1 e Q3.

6º. O método dos mínimos quadrados

Como foi visto no Capítulo II, o limiar é um valor probabilístico, portanto seus valores momentâneos se distribuem normalmente, com exceção dos erros da amostra. Baseado nisto substituímos os valores reais obtidos por valores “normais” z, normalizando deste modo a curva de tal forma que os pontos que correspondem aos dados se encontram numa reta, deixando for a os desvios que correm por conta da amostra. A maneira mais aconselhável para adaptar uma reta normalizando a tais séries de pontos de dados é o método estatístico específico dos mínimos quadrados.

Este método permite determinar uma reta tal que os desvios verticais dos pontos dos dados experimentais, elevados ao quadrado e somados dão um resultado mínimo.

A reta ou linha de regressão y é determinada pela fórmula $y = ax + b$ na qual a é uma estimativa de alfa e b uma estimativa de beta, sendo a: o coeficiente angular da linha de regressão; b o ponto de intersecção com a linha y.

A Figura 16 mostra estes dois parâmetros que determinam a linha de regressão

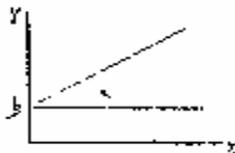


Figura 16: Gráfico mostrando os parâmetros da linha de regressão

Para poder ajustar uma reta conforme a equação $y = ax + b$ é necessário conhecer os parâmetros a e b que nos são fornecidos pelas seguintes fórmulas.

$$a = \frac{N(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{N(\sum x^2) - (\sum x)^2}$$

$$b = My - (Mx) \cdot a$$

Para poder obter os dados necessários para traçar a reta temos que calcular os itens da seguinte tabela que corresponde aos itens experimentais da tabela 6.

A coluna de x representa os valores de estímulo (s), a coluna y representa os dados observados em porcentagens de respostas de percepção positiva do estímulo, e y (a) os mesmos valores ajustados pelo método dos mínimos quadrados .

Tabela 8: Dados para a determinação das freqüências de respostas ajustadas y (a) que definam a reta representativa da distribuição normal pelo método dos mínimos quadrados. Os dados correspondem aos da Tabela 6.

x (s)	x ²	Y (0) (R em %)	XY	Y'(A)
100	10.000	5	500	2
120	14.400	15	1.800	24
140	19.600	55	7.700	46
160	25.600	65	10.400	68
180	32.400	90	16.200	90

$$\begin{aligned} \Sigma x &= 700 & \Sigma x^2 &= 102.000 & \Sigma y &= 230 & \Sigma xy &= 36.600 & \Sigma Y(A) &= 230 \\ Mx &= 140 & & & My &= 46 & & & & \\ (\Sigma x)^2 &= 490.000 & & & & & & & & \end{aligned}$$

$$a = \frac{N(\Sigma xy) - (\Sigma x)(\Sigma y)}{N(\Sigma x^2) - (\Sigma x)^2}$$

$$a = \frac{5(36.600) - (700)(230)}{5(102.000) - (490.000)} = \frac{183.000 - 161.000}{510.000 - 490.000} = \frac{22.000}{20.000} = 1,1$$

$$b = (My) - (Mx) * a = 46 - 140 * 1,1 = 46 - 154 = -108$$

A mediana (y = 50) corresponde ao valor de estímulo (x):

$$Y = 1,1 x - 108$$

$$50 = 1,1 x - 108$$

$$1,1 x = 108 + 50$$

$$x = 158/1,1 = 143,6$$

Cálculo dos valores de x ajustados:

$$X = 100$$

$$y = 1,1 * 100 - 108 = 110 - 108 = 2$$

$$X = 120$$

$$y = 1,1 * 120 - 108 = 132 - 108 = 24$$

$$X = 140$$

$$y = 1,1 * 140 - 108 = 154 - 108 = 46$$

$$X = 160$$

$$y = 1,1 * 160 - 108 = 176 - 108 = 68$$

$$X = 180$$

$$y = 1,1 * 180 - 108 = 198 - 108 = 90$$

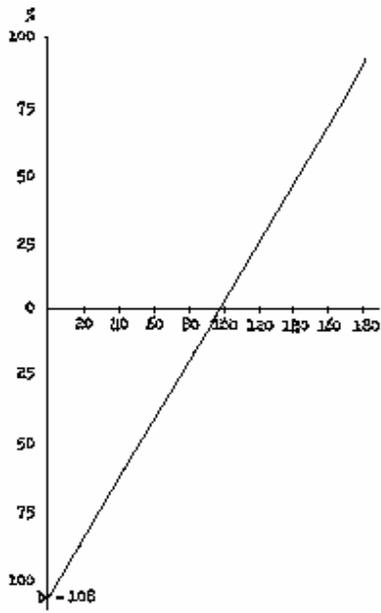


Figura 17: Linha de regressão determinada pelo método dos mínimos quadrados sobre os dados experimentais da Tabela 6, mostrando o ajustamento dos dados a uma distribuição normal.

CAPÍTULO V - A determinação do Limiar Diferencial

O Limiar Diferencial pode ser definido como a menor diferença perceptível ente dois estímulos do mesmo tipo e da mesma qualidade, ou: a quantidade que temos que acrescentar a (ou diminuir de) um de terminado estímulo de base para que o novo estímulo aumentado (ou diminuído) seja percebido como diferente do estímulo de base, também chamado estímulo padrão. Quer dizer que normalmente se trabalha com um estímulo fixo, o estímulo padrão (SP ou SR = Standard Reiz) e vários estímulos de comparação (SC). Em todos os métodos para a determinação do L.D. se fazem então comparações entre o SP e os SC. Nestas comparações pode se pedir ao sujeito que faça 2 ou 3 categorias de julgamento. No caso de 2 categorias ele dirá apenas se os SC's são "maiores" ou "menores" do que o SP. No caso de 3 categorias, além das respostas "maior" ou "menor" ele poderá dizer também se o SC lhe parece "igual" ao SP.

1. O Método dos Limites

O método dos limites aplicados para a determinação do L.D. não difere essencialmente da sua aplicação para a detecção do L.A. Apresentam-se séries ascendentes e descendentes durante as quais o sujeito deve emitir três julgamentos: "maior"(+), "menor"(-), "igual"(=) comparando sempre o SC's com o SP.

Nas instruções o experimentador diz ao sujeito que os SC's alternadamente começarão com um valor acima ou abaixo do SP. Quando o valor inicial é acima do SP o experimentador o fará descer e enquanto o sujeito percebe o SC como maior que o SP deve responder "maior", porém, no momento em que o SC lhe parece igual ao SP deverá responder "igual" e depois quando percebe o SC como menor que o SP deverá dizer "menor". Isto no caso em que a série for descendente, no caso de uma série ascendente dará as respostas em sentido inverso, primeiro dirá "menor", depois "igual" e em seguida "maior". No início de cada série o valor escolhido do SC deverá sempre ser assim que é perceptivelmente bem diferente do SP. Na Figura 18 mostramos sobre o contínuo de estímulo os dados a respeito do contínuo psicológico importantes para a determinação do L.D.

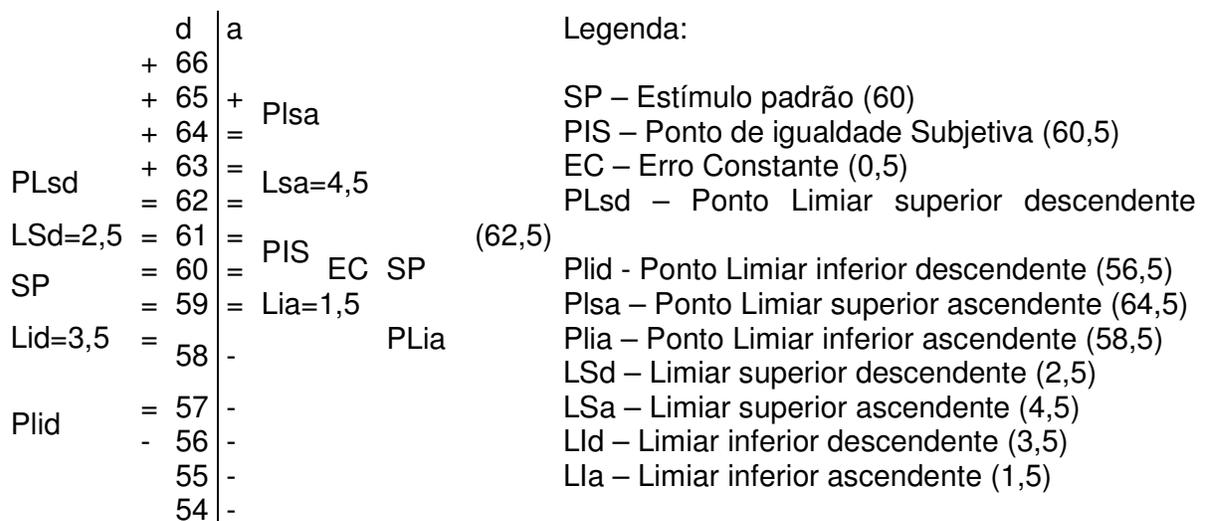


Figura 18: Contínuo de estímulo e contínuo psicológico na determinação do Limiar Diferencial pelo método dos limites.

Dos dados apresentados na Figura 18 podemos deduzir cinco determinantes ou índices psicofísicos:

- 1) O Limiar Diferencial (LD)
- 2) O Ponto de Igualdade Subjetiva (PIS)
- 3) O Erro Constante (EC)
- 4) O Constante de Weber (K)
- 5) O Intervalo de Incerteza (II ou IU Interval of Uncertainty)

1.1. O Limiar Diferencial

Este é calculado como a média dos 4 pontos limiaries ou dos 4 limiaries, agrupados ou isolados. Os agrupamentos se fazem da seguinte forma:

LSd + LSa = Limiar Superior (L.S.)
 Lid + Lia = Limiar Inferior (L.I.)
 PLsd + PLsa = Ponto Limiar Superior (PLS)
 PLid + PLia = Ponto Limiar Inferior (PLI)

Fórmula de LS e LI isolados

$$LD = (LSd+LId+LSa+LIa)/4 = (2,5+3,5+4,5+1,5)/4 = 12/4 = 3$$

Fórmula de LS e LI agrupados

$$\begin{aligned} LD &= \frac{LS + LI}{2} = \frac{\frac{LSd+LSa}{2} + \frac{LId+LIa}{2}}{2} \\ &= \frac{\frac{2,5 + 4,5}{2} + \frac{3,5 + 1,5}{2}}{2} \\ &= \frac{3,5 + 2,5}{2} = 3 \end{aligned}$$

Fórmula de PLS – PLi

$$\begin{aligned} LD &= \frac{\frac{(PLsd - PLid)}{2} + \frac{(PLsa - PLia)}{2}}{2} = \frac{\frac{62,5 - 56,5}{2} + \frac{64,5 - 58,5}{2}}{2} = \frac{3+3}{2} = 3 \\ LD &= \frac{PLS - PLI}{2} = \frac{\frac{(PLsd + PLsa)}{2} - \frac{(PLid+PLia)}{2}}{2} = \frac{\frac{62,5 + 64,5}{2} - \frac{56,5 + 58,5}{2}}{2} = \frac{63,5 - 57,5}{2} = 3 \end{aligned}$$

A última fórmula é bastante cômoda, pois trabalha diretamente com os dados que normalmente são tomados da experimentação. Em breves palavras calcula-se uma média dos Pontos Limiaries superiores e uma média dos Pontos Limiaries Inferiores calculando depois a média destas duas médias.

1.2. O Ponto de Igualdade Subjetiva - PIS

O Ponto de Igualdade Subjetiva é aquela intensidade de estímulo que na média é estimada como igual ao SP e que é representada pela média dos quatro Pontos Liminares não agrupados formando o Ponto Limiar Superior e o Ponto Limiar Inferior (PLS e PLI)

$$PIS = (PLsd + PLid + PLsa + PLia)/4 = (62,5 + 56,5 + 64,5 + 58,5)/4 = 242/4 = 60,5$$

$$PIS = \frac{PLs + PLI}{2} = \frac{\frac{PLsd + PLsa}{2} + \frac{PLid + PLia}{2}}{2} = \frac{\frac{62,5 + 64,5}{2} + \frac{56,5 + 58,5}{2}}{2} \\ = \frac{63,5 + 57,5}{2} = \frac{121}{2} = 60,5$$

O PIS também pode ser calculado a partir do LS e LI da seguinte forma:

$$PIS = SP + (LS - LI)/2 = 60 + (3,5 - 2,5)/2 = 60,5$$

1.3. O Erro Constante (EC)

Erro Constante é expressa pela diferença entre o PIA e o SP e indica o erro que a pessoa em média faz

na avaliação de um estímulo apenas perceptivelmente diferente do SP.

$$EC = PIS - SP$$

$$60,5 - 60 = 0,5$$

Quando o PIS é maior do que o SP então o sujeito superestimou o SP em relação ao SC. Ele julga um SP que na realidade é menor que o SC como igual ao SC.

Quando o PIS é menor do que o SP então o sujeito subestimou o SP em relação ao SC. Ele julga um SP que na realidade é maior que o SC como igual ao SC.

1.4. A Constante de Weber (K)

Como vimos a constante de Weber é o resultado da fração de Weber expressa pela fórmula $DR/R = K$. Na prática usa-se a fórmula $LS/PIS = K$ no nosso caso $3/60,5=0,049$ ou $0,05$.

Talvez possa estranhar que se usa o PIS e não o SP para calcular a fração de Weber, a razão porque se toma o PIS é que a diferença percebida está em relação do SP como este é percebido pelo sujeito e o PIS informa exatamente como o SP é percebido por ele. Portanto na realidade se toma como base o SP, porém assim como este é percebido ou sentido pelo sujeito, e em relação a este valor subjetivo o L.D. é usado para calcular a constante K.

1.5. O Intervalo de Incerteza (I.I)

O Intervalo de Incerteza é o intervalo compreendido entre o PLS e o PLI no qual o sujeito emite respostas “igual” quando muitas vezes o estímulo na realidade é superior ou inferior ao SP.

A fórmula é: $I.I = PLS - PLI$ no nosso caso: $= 63,5 - 57,5 = 6$

Quanto maior o I.I quer dizer o intervalo em que o sujeito estima que o SC é igual ao SP, maior o valor do L.D. e conseqüentemente maior a constante de Weber e que indica menor sensibilidade do órgão de sentido ou menor sensibilidade para uma determinada qualidade de estímulo.

Pode-se perguntar porque o L.D. foi calculada pela média, e mesmo quando temos, por exemplo, 10 series ascendentes e descendentes se usa a média de valores alcançadas para determinar, por exemplo, o valor de PLsd, e não se considera os 75% ou o valor que em 75% foi visto como superior ao SP. Isto se deve ao fato que no método dos limites usam sempre 3 categorias de julgamento onde os julgamentos “iguais” já tiveram seu lugar, excluindo assim a possibilidade de responder alternadamente ou ao acaso “maior” e “menor”. Havendo 3 categorias podemos tomar a mediana ou na suposição que se trata de uma distribuição normal a média.

Naturalmente o Limiar Diferencial não é calculado apenas a partir de somente uma série descendente e uma série ascendente, no seguinte exemplo mostramos como podemos encontrar os diversos índices psicofísicos aplicando o método dos limites na determinação de Limiar Diferencial para 1000 cps como SP e a variação de 1010 a 990 cps como SC.

Tabela 9. Determinação do Limiar diferencial e dos índices psicofísicos para o som de 1000 cps no ouvido direito de um indivíduo.

Séries	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A
Scem cps										
1010			+				+		+	
1008	+		+	+	+		+	+	+	
1006	+	+	+	=	+	+	+	=	+	+
1004	+	=	=	=	=	=	=	=	+	=
1002	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=
1000	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=
998	=	=	=	-	=	=	=	=	=	=
996	=	-	-	-	=	-	=	-	-	=
994	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
992	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
990	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PLS	d	1003		1005		1005		1005		1003
	a		1005		1007		1005		1007	1005
PLI	d	995		997		995		995		997
	a		997		999		997		997	995

XPLSd = 1004,2

XPLId = 995,8

XPLSa = 1005,8

XPLIa = 997

Cálculo dos índices psicofísicos.

$$\begin{aligned} LD &= \frac{PLS - PLI}{2} = \frac{\frac{PLSd+PLSa}{2} - \frac{PLId + PLIa}{2}}{2} \\ &= \frac{\frac{1004,2+1005,8}{2} - \frac{995,8+997}{2}}{2} \\ &= \frac{\frac{2010}{2} - \frac{1992,8}{2}}{2} \\ &= \frac{1005-996,4}{2} = 4,3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} PIS &= \frac{PLS + PLI}{2} \\ &= \frac{1005+996,4}{2} \\ &= \frac{2001,4}{2} = 1000,7 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} EC &= PIS - SP \\ &= 1000,7-1000 = 0,7 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} K &= \frac{LD}{PIS} \\ &= \frac{4,3}{1000,7} = 0,004 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I.I &= PLS - PLI \\ &= 1005 - 996,4 = 8,6 \end{aligned}$$

2. O Método das Séries Plenas e Ordenadas

Pelo fato de que na determinação do L.D. é mais freqüentemente encontrado o fenômeno de um valor diferente do SP ser percebido como igual e um valor menos diferente ser percebido como maior ou menor, criou-se o método de Séries Plenas e Ordenadas. Séries "Plenas" porque se apresentam todos os estímulos e não se para na primeira vez que a pessoa responde "menor" ou "maior", e séries "ordenadas" porque são ordenadas do menor para o maior estímulo nas séries ascendentes e do maior para o menor estímulo nas séries descendentes. Portanto este método distingue dos limites essencialmente por apresentar todos os estímulos em todas as séries.

Tabela 10: Folha de anotação para a determinação do L.D. de um peso levantado com a mão sendo SP igual a 50g.

Séries	em g	42	44	46	48	50	52	54	56	58
D		-	-	-	-	=	=	+	+	+
A		-	-	-	=	=	+?	+	+	+
D		-	-	-?	=	+	=	+	+	+
A		-	-	-	-	=	=	=	+	+
D		-	-	-?	-?	=	=	+?	+	+
A		-	-	-?	=	=	+	+	+	+
Soma	+	0	0	0	0	1,0	1,5	4,5	6	6
	-	6	6	4,5	2,5	0	0	0	0	0
Ponderada	=	0	0	1,5	3,5	5,0	4,5	1,5	0	0
	+			PLI 50%	17	25	75	100	100	
	-	100	100	75	42		PLS 50%			
	=			25	58	83	75	25		

Esta Tabela 10 tanto na parte da anotação dos dados e da contagem dos pontos como na indicação do LI e LS precisa de alguma explicação. Para evitar o erro de posição o SP na metade das séries é apresentado na mão direita e na outra metade das séries na mão esquerda. O sujeito pode dar suas avaliações nos seguintes termos, ele pode dizer que o SC é “maior” ou “parece maior, mas tenho dúvida”, “igual”, “menor” ou “parece menor, mas tenho dúvida”. As respostas duvidosas são anotadas como +? Ou -?. Na soma das freqüências para cada valor do estímulo as respostas simples +, - ou = são contados como 1 ponto para cada uma destas avaliações, porém o +? é contado como meio ponto para a avaliação + e meio ponto para a avaliação =. O mesmo acontece com a avaliação =? contado como meio ponto para - e meio ponto para =. A razão desta distribuição é clara, o sujeito numa resposta duvidosa duvida entre as respostas + e = ou entre as respostas - e =.

Depois de se ter feita a soma das avaliações se calcula a porcentagem para cada uma das somas em cada um dos valores. O PLS é calculado como sendo o valor que corresponde aos 50% das avaliações + e o PLI como o valor que corresponde aos 50% das avaliações -. O L.D. é calculado como sendo a média da diferença entre estes dois valores [$LD=(PLS-PLI)/2$] e o PIS como a média da soma deles [$PIS=(PLS+PLI)/2$].

Talvez possa causar alguma estranheza que usamos um valor de 50% ou seja, o valor da mediana como uma indicação do L.D. enquanto vimos anteriormente que a Lei de Weber pode ser formulada como: o incremento de qualquer estímulo dado, que é corretamente percebido em 75% das provas, é uma fração constante da magnitude do estímulo. “A argumentação era que na determinação da L.A. se pode usar a mediana porque se tratava de determinar um valor entre os estímulos não percebidos e os estímulos percebidos, porém no L.D. se trata de dois estímulos que ambos são percebidos, 100% seria uma diferença muito facilmente percebida e 50% de respostas corretas de percepção poderia ser atribuído ao acaso. Portanto em 100 apresentações de um estímulo acima do SP aceitamos que o sujeito acertou quando em 75% das vezes ele responde que é superior, porém se subentende que nos 25% restantes das vezes ele teria dito que é menor do que o SP. Portanto continua certo dizer que se pode tomar o valor de 75% para a determinação do L.D, subentendendo que se trata apenas de duas escolhas ou duas categorias de respostas “maior” e “menor”. Mas quando se permitem

três categorias de respostas: “maior”, “igual” e “menor”, a possibilidade das respostas “igual” já diminuí a possibilidade de respostas puramente ao acaso entre “maior” e “menor”, de tal forma que a validade destas respostas cresce, de modo a se poder tomar o valor de 50% como o valor representativo para 1 d.a.p. acima (LS) e 1d.a.p. abaixo (LI) e o L.D. como a média da soma dos dois.

Os diversos índices psicofísicos para nosso exemplo são, portanto os seguintes.

$$1) \text{ L.D.} = (\text{PLS} - \text{PLI})/2 = (53 - 47,5)/2 = 2,75$$

$$\begin{aligned} \text{PLS: } 50/25 &= 2/x = 50x = 25 * 2 \\ 50x &= 50 \\ x &= 1 \\ 52 + 1 &= 53 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{PLI: } 33/25 &= 2/x = 33x = 25 * 2 \\ 33x &= 50 \\ x &= 1,5 \\ 46 + 1,5 &= 47,5 \end{aligned}$$

$$2) \text{ PIS} = (\text{PLS} + \text{PLI})/2 = (53 + 47,5)/2 = 100,5/2 = 50,25 \text{ (superestimação do SP em relação aos SC).}$$

$$3) \text{ EC} = \text{PIS} - \text{SP} = 50,25 - 50 = 0,25$$

$$4) \text{ K} = \text{L.D}/\text{PIS} = 2,75/50,25 = 0,05$$

$$5) \text{ I.I} = \text{PLS} - \text{PLI} = 53 - 47,5 = 5,5$$

3. O Método dos estímulos constantes

O método dos estímulos constantes também pode ser usado para a determinação do L.D. Neste caso o SP é constante e os diversos SC's são apresentados ao acaso e comparados com o SP. Podemos pedir ao sujeito de emitir suas avaliações:

- em apenas dois julgamentos: dizer se o SC é “maior” ou “menor” do que o SP.
- em três julgamentos: dizer se o SC é “maior”, “menor” ou “igual” ao SP.
- expressando ou não julgamentos duvidosos (+?), (-?), procurando usar o menos possível esta modalidade.

Tabela 11: Folha de anotação de dados de medição do L.D. cinestésico com o gravímetro de Piéron (S.P. 150g) - conforme P. Fraisse.

Séries \ S em gramas		138g	142g	146g	150g	154g	158g	162g	166g
1 ^a		-	-	=	+	+	+	+	+
		-	-?	+	+	+	+	+	+
2 ^a		-	-	-	=	=	=	+	+
		-	-	-	-	=	=	+	+
3 ^a		-?	-	+	-?	-	-	+	+
		-	=	=	+	+	+	+	+
4 ^a		-	-	-	-?	+	+	+	+
		-	-?	=	-	=	=	+	+
5 ^a		-	-	-	-	-	-	=	+
		-	-	-	-?	=	=	+?	+
6 ^a									
7 ^a									
8 ^a									
9 ^a									
10 ^a									
Nº de resp.	+	0	0	2	3	4	6,5	8,5	10
Nº de resp.	-	9,5	8	5	4,5	2	2	0	0
Nº de resp.	=	0,5	2	3	2,5	4	1,5	1,5	0
Redução	+	0	0	0	0	2	4,5	8,5	10
	-	9,5	8	3	1,5	0	0	0	0
	=	0,5	2	7	8,5	8	5,5	1,5	0

Como ficou claro na Tabela 11, para um determinado valor, p. ex. 146,150,154,158 se obtêm os três tipos de respostas. Para calcular a freqüência com que o sujeito percebeu o estímulo como maior que o SP todas as respostas instantâneas devem ser levadas em consideração. Para o cálculo de PLS somente será necessário comparar a freqüência das respostas “maior” com as respostas “igual”. O mesmo também pode ser dito em relação ao PLI e as respostas “menor”. Para que isto seja possível e para assim eliminar um dos três tipos de avaliação considera-se que as duas respostas contraditórias, como são “maior” e “menor” para um mesmo valor de estímulo, refletem a incapacidade para distinguir a diferença apresentada. A quantidade de respostas contraditórias podemos

substituir por um número equivalente de respostas “igual” o que foi feito na parte inferior da tabela. Desta forma chegamos a uma redução que foi proposta por P. Fraise. Na coluna de 146 temos duas respostas “+” que podem ser anuladas por duas respostas “-“, estas 4 respostas são substituídas por 4 respostas “igual” que se juntam às 3 respostas “igual”, perfazendo assim um total de 7 respostas “=” e 3 respostas “-“.

Na prática não é necessário mencionar o número de respostas “=” pois este pode se deduzir da diferença em cada coluna.

3.1. Cálculo do Limiar Diferencial e Índices Psicofísicos

1) Pelo método de interpolação linear:

$$1^{\circ} \text{ L.D.} = (\text{PLS} - \text{PLI})/2$$

$$\text{PLS: } 85 - 45 = 40$$

$$50 - 45 = 5$$

$$40/5 = 4/x = 40x = 5 \cdot 4$$

$$40x = 20$$

$$x = 20/40 = 0,5$$

$$\text{PLS: } = 158 + 0,5 = 158,5$$

$$\text{PLI: } 80 - 30 = 50$$

$$50 - 30 = 20$$

$$50/20 = 4/x = 50x = 20 \cdot 4$$

$$x = 80/50 = 1,6$$

$$\text{PLI: } = 146 - 1,6 = 144,4$$

$$\text{LD.} = (158,5 - 144,4)/2 = 14,1/2 = 7,05$$

$$2^{\circ} \text{ PIS.} = (158,5 + 144,4)/2 = 151,45$$

$$3^{\circ} \text{ EC} = 151,45 - 150 = 1,45$$

$$4^{\circ} \text{ K} = 7,05/151,45 = 0,046$$

$$5^{\circ} \text{ I.I.} = 158,5 - 144,4 = 14,1$$

2) Pelo método de interpolação gráfica

O gráfico obtido por este método é também chamado função psicométrica. Quando no procedimento são usadas 3 categorias de respostas, mesmo quando depois se eliminam as respostas “igual” usa-se o valor correspondente a 50% como o valor de estímulo para PLS e para PLI.

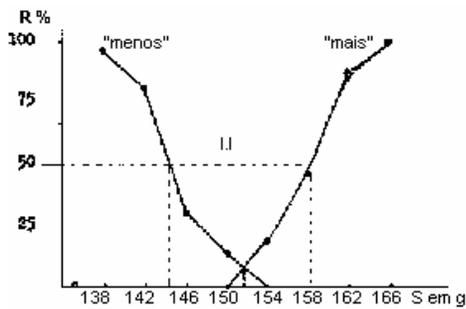


Figura 19: Função psicométrica para a determinação dos valores liminares dos dados da tabela 11, com redução

O perpendicular que desce do ponto de intercessão das duas curvas indica o valor do PIS enquanto a distância entre PLI e PLS. Representa o Intervalo de Incerteza (I.I.). Porém quando se usam 3 categorias não é necessário eliminar os valores de “igual” e ,portanto pode traçar-se uma função psicométrica na qual as três curvas estão apresentadas, tomando se igualmente o valor de 50% como representativa para o PLS e o PLI,

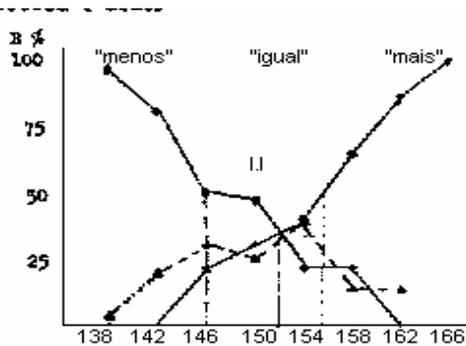


Figura 20: Função psicométrica para a determinação dos valores liminares dos dados da Tabela 11 sem redução

Tanto no caso de redução como no caso de manter as 3 categorias o Erro Constante é representado pela distância entre o SP e o PIS. As irregularidades na curva observadas na Figura 20 ocorrem por conta de erros de amostra, pois na população a curva de “igual” teria uma distribuição normal assim como apresentada na Figura 21.

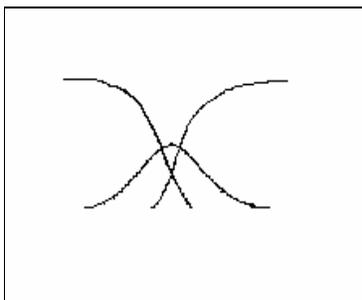


Figura 21: Função psicométrica populacional com 3 categorias de julgamento

Porém, quando usamos apenas duas categorias de julgamentos, eliminando na aplicação a possibilidade de dar a resposta “igual” a determinação dos valores dos pontos limiares superior e inferior se faz pelo valor correspondente a 75%. Vejamos o exemplo na Tabela 12.

Tabela 12: Resultados de determinação do Limiar Diferencial no levantamento de pesos, com duas categorias de julgamentos. S.P.= 60g

Séries\S em g	48	52	56	60	64	68	72
10 séries							
Freq.R.+	0	0	1	4	7	8	10
Freq.R.-	10	10	9	6	3	2	0

1) Pelo método de interpolação linear:

$$1^{\circ} \text{ L.D.} = (\text{P.L.S.} - \text{P.L.I.})/2$$

$$\text{P.L.S. } 80-70 = 10$$

$$80-75 = 5$$

$$10/5 = 4/x = 10x = 5 \cdot 4$$

$$x = 20/10 = 2$$

$$\text{P.L.S.} = 68-2 = 66$$

$$\text{P.L.I. } 90-60 = 30$$

$$90-75 = 15$$

$$30/15 = 4/x = 30x = 15 \cdot 4$$

$$x = 60/30 = 2$$

$$\text{P.L.I.} = 56 + 2 = 58$$

$$\text{L.D.} = (66 - 58)/2 = 4$$

$$2^{\circ} \text{ PIS} = (66 + 58)/2 = 62$$

$$3^{\circ} \text{ EC} = 62 - 60 = 2$$

$$4^{\circ} \text{ K} = 6/62 = 0,097 (0,1)$$

$$5^{\circ} \text{ I.I.} = 66 - 58 = 8,0$$

2) Pelo método de interpolação gráfica

A Figura 22 mostra a função psicofísica para a determinação do Limiar Diferencial e dos índices psicofísicos de levantamento de pesos, com apenas duas categorias de julgamentos. Neste caso é aplicado o que foi visto no Cap. I , que dizer o que em 75 vezes em 100 é percebido como maior do que o SP é considerado como L.D.

Figura 21 pag 79.

Desenhando a função psicométrica em papel milimetrado se obtém valores suficientemente precisos para a determinação dos PLS e PLI que permitem o cálculo do L.D. além disto um valor provável do PIS, do EC e do II e a partir deste dados a fração de Weber e seu K poderá ser facilmente calculado.

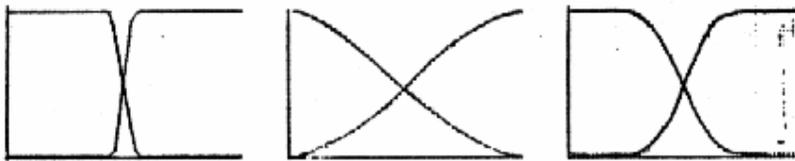
A Inclinação da curva como índice de sensibilidade.

A sensibilidade do sujeito em relação a um determinado tipo de estímulo poderá ser verificada através da inclinação das curvas. Quanto mais as curvas “maior” e “menor” se aproximam, na parte do meio, à vertical, portanto quanto maior sua inclinação, maior facilidade o sujeito tem de distinguir que um estímulo que está apenas um pouco acima do SP é maior do que este e que um estímulo que está apenas um pouco abaixo do SP é menor do que este. Figura 23a) mostra esta sensibilidade absoluta e perfeitíssima que na prática não é encontrada.

Quanto mais as curvas da função psicométrica se afastam do vertical e se aproximam ao horizontal mostrando pouca inclinação, tanto mais o sujeito é insensível julgando repetidamente que um estímulo que na realidade está abaixo do SP é maior que SP e que um estímulo que na realidade está acima do SP é menor do que SP. Figura 23b) mostra como as inclinações são pouco acentuadas em comparação com 23a). Figura 23c) mostra um caso de sensibilidade comum apresentando uma área de incerteza em torno do SP e, portanto uma inclinação intermediária entre a da Figura 23a) e b).

A Inclinação da curva como índice do tamanho do intervalo entre estímulos.

Quando a inclinação é muito forte como na Figura 23a) isto também pode indicar que os valores usados não experimento apresentam intervalos muito grandes e que por isto são facilmente discerníveis quanto a sua diferença com o SP. A inclinação muito fraca como na Figura 23b) pode indicar que os valores são tão próximos ao SP e tão pouco distantes entre si que é muito difícil de verificar se são maiores ou menores do que o SP e uma inclinação como na Figura 23c) indica que a distribuição dos estímulos é normal.



a) Sensibilidade “absoluta” ou estímulos muito distantes	b) Sensibilidade falha, insensível ou estímulos muito próximos	c) Sensibilidade normal, intervalos bons entre os estímulos
-----------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------

Figura 23: Os significados das inclinações das curvas da função psicométrica

Podemos perguntar-nos como vamos saber se a inclinação é devida à sensibilidade ou ao intervalo do estímulo. Em geral para a determinação do intervalo já se faz uma pequena pesquisa preparatória, apresentando escalas com diversos intervalos a por exemplo 5 sujeitos. Se escolhe depois o intervalo no qual a maioria de seus sujeitos apresentam uma curva mais ou menos como 23c). Se depois o próprio experimento é feito em 30

sujeitos os casos de sensibilidade exagerada e de sensibilidade falha se destacarão facilmente contra a maioria que apresenta uma sensibilidade normal.

Quando usar 2 e quando usar 3 categorias.

Este problema tem sido bastante discutido. Thurstone (1948) sugere uma solução fácil em termos daquilo que o experimentador quer obter. Se o experimentador visa a determinação do Limiar Diferencial de um determinado sujeito para um certo tipo de discriminação sensorial ele deve usar apenas 2 categorias. Se neste caso usasse 3 categorias então um sujeito muito cauteloso dará a resposta “igual” sempre quando tiver alguma dúvida ou quando não se quer esforçar o suficiente para chegar a uma decisão. No mesmo caso de 3 categorias um sujeito menos cauteloso e mais confiante em si dará decisões com um mínimo de respostas de igualdade. Se este sujeito, por exemplo, evita inteiramente a categoria “igual”, seja intencionalmente, ou seja, por temperamento, então vamos ter o caso em que o Intervalo de Incerteza desaparece inteiramente, os PLS e PLI iam quase coincidir o que significaria que o sujeito teria uma sensibilidade infinita, o que sem dúvida é absurdo. A determinação é, portanto bastante afetada pelas características temperamentais que são irrelevantes para o limiar sensorial.

Se, pelo contrário, o experimentador quer investigar a sensação de igualdade, ele deve usar 3 categorias. O resultado pode dar um índice objetivo de alguma característica de temperamento ou de tolerância sensorial do sujeito, mas não de seu limiar.

4. O Método do Erro Médio

Um dos métodos psicofísicos mais simples é o método do erro médio, também chamado método de ajuste, método de igualação ou método de reprodução. Este último nome indica bem o que é a tarefa do sujeito de experimento: reproduzir por diversas vezes um estímulo apresentado, de tal forma que sua reprodução lhe parece igual ao estímulo padrão. Uma vez que em cada uma destas reproduções o sujeito comete normalmente algum erro, por fim se toma o erro médio como um resultado representativo dos diversos ajustes, e dos erros neles cometidos.

Portanto no método do erro médio temos um SP que pode ser uma linha, um luz, um som, um peso ou qualquer outro estímulo, e um estímulo de comparação, normalmente contínuo, que é manipulado pelo sujeito, diretamente ou indiretamente. No primeiro caso o próprio sujeito por manipulação dele mesmo muda o SC até lhe pareça ser igual ao SP e no segundo caso ele comanda o experimentador ou um auxiliar deste que faz aumentar ou diminuir o SC para parar no ponto onde o sujeito acha que o SC é igual ao SP. Portanto a tarefa é sempre igualar de melhor modo possível e com diversas repetições o estímulo variável (SC) ao estímulo fixo(SP).

Uma das aplicações clássicas deste método é a régua de Galton, que consiste numa régua sem marcação sustentada por dois suportes que tem no meio uma linha divisória bem nítida e dois lados um cavaleiro ou uma peça metálica que se prende em volta da régua, mas que pode deslizar livremente. Um dos lados, tomemos o lado esquerdo, serve como SP lá portanto fixamos o cavaleiro a uma certa distância, por exemplo a 30 cm da linha divisora. O outro lado serve de SC o sujeito deve manobrar o cavaleiro, começando às vezes de um ponto perto da linha divisora e às vezes de um ponto mais longe, por exemplo, 45 cm, procurando reproduzir a distância marcada à esquerda. Como se vê são usadas tentativas ascendentes - quando se começa mais perto do ponto zero - e tentativas descendentes - quando se começa de um ponto bem superior ao SP. Para

evitar ainda o estímulo de posição espacial se coloca na metade das tentativas o SP à esquerda e na outra metade à direita da linha divisora.

Podemos também fazer um experimento dentro deste método mostrando ao sujeito uma linha, por exemplo, de 12 cm, desenhado num cartão que é colocado a uma determinada distância dele. A tarefa do sujeito consiste em fazer umas cem reproduções desta linha num papel cobrindo sempre as linhas que já traçou de tal forma que não pode comparar diretamente sua reprodução atual com as reproduções anteriores. Quando se faz este experimento sempre se deve tomar o cuidado de não usar uma espécie de caderno, pois o traço do lápis pode deixar uma marca na página seguinte, ou quando se usa começando com a última página a linha já traçada pode ser visível quando o papel for um pouco mais fino. Mais fácil é usar uma folha de cartolina que vai cobrindo os traços já feitos.

Obtidos os resultados podemos analisá-los, distinguindo, de acordo com Thurstone (1948), dois tipos de erros que podem ser investigados separadamente. Um deles é o erro constante ou o erro sistemático que é constituído pela diferença entre o SP e o PIS. Este último é fácil de calcular, pois consiste simplesmente na média de todas as reproduções feitas. Quando o PIS for maior que o SP então o sujeito superestimou o SP em relação ao SC dando, por exemplo, um PIS de 13,4 cm e quando o PIS for menor que o SP o sujeito subestimou o SP em relação ao SC dando, por exemplo, um PIS de 11,2 cm. No primeiro caso o erro constante EC é +1,4 cm e no segundo é -0,8 cm.

O outro erro é o erro variável que indica a consistência do sujeito, que normalmente indicamos como sua sensibilidade e que pode ser medida pela dispersão das suas tentativas. Quanto menor a distribuição dos dados experimentais em torno do PIS maior a sensibilidade do sujeito, mais seus julgamentos objetivados pelas reproduções se aproximam de um determinado valor. Quanto maior a distribuição dos dados menor a sensibilidade do sujeito mostrando grandes oscilações em torno da média representada pelo PIS o DP pode ser usado como um índice do tamanho da dispersão.

Na análise de dados psicofísicos é comum supor que uma determinada resposta ou reprodução R de um sujeito é determinado por dois componentes sua quantidade média de super ou sub estimação "E.C." e seu erro variável E.V. no momento de traçar uma determinada linha. Figura 24 mostra mais claramente a situação: uma linha reproduzida qualquer, por exemplo, $R=S.P.+E.C.+E.V.$ É claro que não acreditamos que o grau de super ou subestimação seja realmente constante, mas tratamos o resultado como um componente constante: E.C. e um outro componente E.V. que varia de tentativa em tentativa.

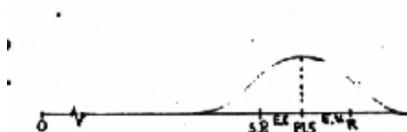


Figura 24. Distribuição de reproduções de uma linha. (Modificado de Thurstone, 1948)

No método de reprodução há uma limitação importante: a magnitude da reprodução pelo sujeito é em parte determinada por sua capacidade de perceber o S.P. e em parte por sua coordenação motora, baseada nas sensações sinestésicas, isto é verdade para o caso

que apresentamos da reprodução de uma linha, bem como na régua de Galton, e na manipulação de qualquer aparelho que indica a magnitude de sua resposta. Em estudos psicofísicos estamos geralmente, interessados na capacidade do sujeito em perceber o S.P. e por isto o efeito de sua coordenação motora pode muitas vezes um elemento perturbador nos experimentos com este método. Esta dificuldade desaparece quando o experimentador manipula o S.C. obedecendo rigorosamente as ordens do sujeito.

Isto é necessário quando o método é aplicado a estudos de ilusões em campo aberto e também quando o método é aplicado em crianças nas quais o componente de coordenação motora falha poderá levar a muitos erros que não são erros perceptivos, mas erros de domínio de motricidade.

Apesar de algumas restrições este método é em muitas situações o método mais natural. Por exemplo, na análise psicofísica de tiro ao alvo ou jogar dardos, neste caso, neste caso estamos simplesmente interessados em bons resultados e não interessa se os erros correm por conta da percepção ou da motricidade. Neste caso é útil conhecer os E.C. tanto nas diversas direções das coordenadas do alvo como na quantidade bem como na variabilidade dos resultados sobre o alvo. (Thurstone).

O método, portanto, se baseia na suposição que as medidas das diferenças apenas perceptíveis são essencialmente medidas de erros de percepção. Estes erros refletem a deficiência na sensibilidade do mecanismo sensorial e do sistema nervoso. Garret (1951) faz implicitamente uma distinção entre o erro médio e o erro constante. O erro médio é a quantidade que o sujeito na média se afasta do S.P. para mais ou para menos. Todas as variações são contadas e nenhuma elimina a outra, não há valor positivo ou negativo. O erro constante é a diferença entre a média dos valores de ajustes ou das reproduções do sujeito, que é o seu \bar{p} e o \bar{sp} . Nesta média os valores para mais e para menos se eliminam como se um fosse positivo e outro negativo. Desta maneira o erro médio daria um índice de variabilidade melhor que o erro constante, e constitui um índice de variabilidade da distribuição semelhante ao σ_p tendo seu valor independente do sinal. Isto, no entanto é somente verdade quando os valores das reproduções se distribuem a ambos os lados do \bar{sp} , pois se eles se localizam somente a um lado o erro médio e o erro constante são idênticos. Isto ocorre, por exemplo, comumente na experimentação com a ilusão Muller-Lyer.

Tabela 13: Exemplo no qual S.P.=10 e com 10 reproduções.

Dados	E.C.	E.M.	
12	+2	2	
9	-1	1	
8	-2	2	
11	+1	1	P.I.S. = 10,4 E.C. = +0,4 E.M. = 1,4
10	0	0	E.C. = P.I.S. - S.P. = 0,4
12	+2	2	
9	-1	1	
12	+2	2	
9	-1	1	Podemos ter casos em que o $ec=0$ e o em indica um valor
12	+2	2	real, por exemplo, com os dados: 12, 8, 11, 9, 12, 8, 13, 7,
Σ 104	Σ +4	Σ 14	$ec=0$ em $=20$.

As principais vantagens deste método são: manter o interesse do sujeito porque participa ativamente do experimento e permitir também um cálculo rápido do \bar{p} , em caso de

estudo de configurações perceptivas, como ilusões geométricas, em diversas circunstâncias é o método que permite com relativamente poucas medidas chegar a um resultados que nos outros métodos, pela quantidade muito maior de medidas, seriam quase impraticáveis especialmente quando se tratam de estudos em crianças.

As principais desvantagens são que o método não permite uma estimação direta do L.D. e que a estimação do pis não é tão fidedigno como nos outros métodos.

Exemplo 1 estudo com a ilusão de Muller-Lyer como na figura, na qual a metade da linha, com a seta aberta para fora, é ajustável a outra metade com as duas setas para dentro.

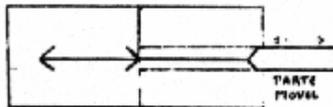


Figura 25. Dispositivo para o estudo da ilusão Müller-Lyer.

Pede-se ao sujeito ajustar a parte móvel de tal maneira que as duas linhas lhe pareçam iguais. Alternadamente começa-se de um valor pequeno, (a seta da parte móvel perto da linha divisória) ou de um valor grande (a seta da parte móvel bem longe da linha divisória). No primeiro caso trata-se das tentativas ascendentes e no segundo das tentativas descendentes. Para evitar o erro de posição, em metade das tentativas a seta fixa é colocada ao lado esquerdo e na metade ao lado direito.

Tabela 14: Determinação do PIS da ilusão de Muller-Lyer, pelo método do erro médio. Sp = 15cm

Tentativas	Tentativas descendentes (cm)	Tentativas ascendentes (cm)
1	16,5	--
2	--	15,5
3	--	16,0
4	15,55	--
5	--	17,0
6	15,5	--
7	17,0	--
8	--	16,0
9	--	15,5
10	16,5	--

$X_d = 81/5 = 16,2\text{cm}$
 $X_a = 80/5 = 16,0\text{cm}$
 $PIS = (16,2+16,0)/2 = 16,1\text{cm}$
 $EC = 16,1-15=1,1\text{cm}$
 $EM = EC$ (todos os erros são positivos)

Exemplo 2: Em vez de uma ilusão de Muller-Lyer ou outras figuras de ilusão nas quais os erros sempre tendem a cair no mesmo lado do sp . Podemos usar a barra de Galton que foi descrita acima. A régua ou barra é dividida no meio com dois cavaleiros metálicos, um fica fixo sp e o outro móvel sc . Na metade das tentativas que são num total de 80 o sp está à esquerda e na outra metade o sp esta a direita do sp, alternadamente as tentativas

são feitas na direção ascendente começando com um valor menor que o sp e na direção descendente começando com um valor maior que o sp.

Tabela 15: Dados relativos a 80 tentativas com a barra de Galton, 40 com o sp à esquerda e 40 com o sp à direita. SP=20cm. (adaptado de Garret).

Sp à esquerda 40 tentativas

Partindo de tamanho menor (ascendentes) – média 18,5 cm

Partindo de tamanho maior (descendentes) – média 19,2 cm

Sp à direita 40 tentativas

Partindo de tamanho menor (ascendentes) – média 18,7 cm

Partindo de tamanho maior (descendentes) – média 19,8 cm

Média geral PIS	19,05 cm
Média das tentativas ascendentes	18,6 cm
Média das tentativas descendentes	19,5 cm
Erro constante	-0,95 cm
Erro médio	1,04 cm

Neste caso o erro médio difere do erro constante porque tanto há valores abaixo como acima de 20cm. O em somente é calculável a partir dos dados brutos (80) que não são fornecidos na tabela.

Uma comprovação da lei de Weber poderá ser feita usando o método de erro médio para um valor de x , e depois para $2x$ e $3x$. O erro médio teria que variar proporcionalmente. Isto também poderá ser feito com o cinestesiômetro de Michote.

CAPÍTULO VI – Métodos Escalares

PARTE I - INTRODUÇÃO AOS MODELOS MATEMÁTICOS

Segundo S.S. Stevens (1951), o criador da psicofísica moderna, o qual criou também a teoria moderna de mensuração aceita atualmente nas outras ciências, o desenvolvimento de uma teoria de mensuração foi dificultada pela confusão a respeito da verdadeira natureza da matemática. Esta confusão permaneceu até o século passado. As verdades matemáticas são derivadas a partir de um pequeno número de postulados que são evidentes por si mesmos e, a partir deles podem ser definidos teoremas por um raciocínio rigoroso. Estes teoremas expressam verdades somente pelo fato de que os postulados são considerados como verdades e sem contradição entre eles. Este tipo de verdade é de natureza lógica e não empírica como as ciências experimentais.

Vale dizer, nesse momento, que durante muito tempo acreditava-se que as verdades matemáticas eram absolutas. Elas se impunham não somente aos homens, mas para a natureza de si mesma. Certos filósofos acreditavam que elas orientavam a criação do mundo e o criador podia só utilizá-las e que a experiência revelava quais eram aquelas que ele escolheu.

A conceituada moderna é diferente, tal como coloca Guilford (1954), a matemática é uma invenção do homem, não uma descoberta. Assim é incorreto dizer que a curva gaussiana, ou normal, é uma curva biológica ou psicológica. Ela não é uma, nem outra. Ela é uma curva matemática, pura e simplesmente. O fato de que ela pode ser usada para descrever distribuições obtidas de observações em biologia e em psicologia é uma coincidência, e depende evidentemente de uma escolha.

Poderia ser escolhida uma outra função que descreva as mesmas observações. A escolha é feita em função da adequação da função e da comodidade de sua manipulação. O verdadeiro papel das funções matemáticas como salienta Guilford (1954) consiste em oferecer um modelo adequado e frutífero para a descrição das observações experimentais, ou de maneira geral da natureza. Entretanto, a natureza, nunca é exatamente descrita por um modelo matemático. Todas as descrições são apenas aproximações, algumas melhores e algumas piores. Não obstante, do ponto de vista experimental o problema consiste em verificar se as observações comportamentais podem ser descritas em termos do modelo com uma aproximação aceitável e em verificar se esta descrição é cômoda, isto é, se ela permite tratar os fatos de uma maneira simples, e, finalmente, verificar se ela é fecunda, ou seja, ver se ela sugere hipóteses experimentalmente verificáveis. Trata-se em geral de resumir os resultados essenciais de observação de maneira sucinta e que pode ser generalizada a um conjunto de observações em condições semelhantes.

Em suma nós não podemos entender a natureza da mensuração se não conhecermos as propriedades da matemática.

PARTE II - A MEDIDA EM PSICOLOGIA

Segundo a teoria clássica de medidas, a palavra “medida” consiste em estabelecer a razão de uma grandeza com uma outra de mesma espécie, a qual foi escolhida, como unidade. Baseado nessa teoria se reconhece se uma espécie de grandeza pode ser medida, pelo fato, se apenas e tão somente pudermos definir a igualdade e a soma de duas grandezas de mesma espécie.

Entretanto, para poder medir, obviamente dentro dessa teoria é necessário antes de tudo que se tenha uma unidade constante e se conhecer o zero absoluto desta grandeza. Estas duas condições se tornam imprescindíveis, uma vez, que com elas é que se pode executar todas as operações matemáticas, tais como a soma, subtração, multiplicação, divisão, etc...

Atualmente, o problema de medidas não se apresenta mais assim, e essa teoria clássica foi abandonada por três razões principais: Em primeiro lugar, é difícil de ter uma unidade de medida rigorosamente constante. Em segundo lugar, o desenvolvimento das ciências evidencia a utilidade de certos dados numéricos que não correspondem a estas exigências. Finalmente as escalas psicofísicas evidenciaram a possibilidade de medidas subjetivas por ordenação das impressões dos sujeitos, e estabeleceram certas escalas, as quais trataremos mais adiante.

Stevens(1951) baseado nessas considerações elaborou uma teoria de medida que atualmente é aceita em várias outras ciências, assim como na psicologia. Segundo ele, medir consiste em atribuir números aos objetos ou eventos de acordo com regras determinadas. Reuchlin (1968), coloca que estas regras consistem sempre em estabelecer correspondência entre certas propriedades dos números e certas propriedades das coisas. Elas baseiam-se no interesse que a medida apresenta no sentido de que é, muitas vezes, bem mais fácil de verificar ou utilizar, diretamente as propriedades que lhes correspondem nas coisas. Algumas dessas regras podem ser relativamente fáceis de respeitar e outras relativamente difíceis. Assim estas regras podem ser mais ou menos estritas; elas consistem em diferentes operações sobre os objetos de medida, tais como: identificar, ordenar, determinar igualdade das diferenças, determinar igualdade das razões de suas grandezas.

Experimentalmente, é possível, muitas vezes no domínio da medida física, utilizar regras bastante estritas, para que os números atribuídos às coisas gozem de todas as propriedades aritméticas. No estado atual dos conhecimentos em psicologia, é, ao contrário, impossível, em geral, descobrir para todas as operações aritméticas, operações experimentais que, efetuadas com duas coisas, produzem resultado empírico, que se prever desde a operação aritmética correspondente , efetuada com dois números atribuídos a essas coisas. O psicólogo corre pois, com mais freqüência, o risco de efetuar um tratamento aritmético de medidas inteiramente desprovidas de sentido. Importa-nos, muito, determinar bem a coerência que se estabelece, necessariamente, entre as propriedades das coisas, que a experimentação pode determinar e as propriedades dos números que lhes podem ser atribuídos, entre as condições experimentais da medida e as propriedades dos números que ela fornece. (Guilford,1954; Reuchlin,1968).

Finalmente, o que podemos dizer é que a medida é possível em psicologia, mas, o importante é mostrar através de que técnicas, ao mesmo tempo experimentais e matemáticas, foi possível estabelecer uma correspondência entre as propriedades das coisas e as propriedades dos números, permitindo dupla leitura, psicológica e numérica,

de um sistema formal de relações. Esta correspondência, esta dupla leitura, podem-se efetuar em níveis diferentes, dos mais fracos e gerais, aos mais precisos e específicos. Desta maneira podemos distinguir quatro níveis de mensuração, que destinaremos, para nos atermos a um vocabulário já empregado, em particular por S.Stevens (1951), como o das Escalas nominais, Escalas ordinais, Escalas de intervalos e Escalas de razões.

PARTE III - ESCALAS

1. Escala Nominal

Definição: A este nível mais geral de mensuração os números ou outros símbolos são utilizados apenas para designar categorias, para classificar objetos, pessoas ou características. Neste caso os números servem apenas para identificar categorias e podem ser substituídos por qualquer outro símbolo ou nome. Os números e símbolos utilizados constituem uma escala nominal ou escala classificatória. A escala nominal somente nos diz que duas coisas são diferentes, quer dizer, nomeia os objetos. Não nos diz nada a respeito do tamanho ou do tipo de diferença que existe entre os objetos.

Numa escala nominal, a operação de mensuração constitui uma partição em categorias exclusivas e exaustivas. A única relação existente entre os objetos classificados, é a relação de equivalência. Isto é, os membros de cada categoria devem ser equivalentes do ponto de vista da característica que sirva para classificá-los. Assim para construir e utilizar uma escala nominal, o experimentador deve estar em condições de classificar os dados, isto é, de definir experimentalmente, uma relação de equivalência que lhe permite repartir os dados em certo número de classes “desunidas”, ou seja, cada dado deve encontrar lugar numa classe e numa única. Isso supõe, primeiro, que os dados sejam dissociados uns dos outros, como os elementos de um conjunto, em seguida, deve-se encontrar um critério experimental que permita atribuir cada dado a uma classe.

Exemplos:

1) A atribuição de números como é usada para identificar jogadores de futebol e para diferenciá-los entre si, é uma escala nominal.

2) O sistema de diagnóstico psiquiátrico constitui uma escala nominal. Quando o psiquiatra identifica sujeitos como sendo “esquizofrênicos”, “paranóicos”, “depressivos”, etc., e aplica símbolos para designar as categorias as quais cada um dos “doentes” pertence, ele aplica uma escala nominal.

3) Na seleção de pessoal, as escalas nominais ocorrem com mais freqüência sob a forma de dados biográficos (casado, solteiro, homem, mulher) retirados dos formulários preenchidos por candidatos ou de outros tipos de questionários.

4) Muitas vezes se numera os estudantes que realizam provas padronizadas, como os de alguns exames de vestibulares. Cada estudante recebe uma prova com um número diferente. O número não tem relação com sua qualificação na prova, com sua idade ou com uma posição no grupo, é usado simplesmente para substituir o nome dos estudantes. Pode-se dizer assim, que esse número dado é colocado sobre uma escala nominal. Do mesmo modo quando categorizamos as espécies biológicas, os diferentes

comportamentos dos animais ou ainda as diferentes classes profissionais utilizadas na orientação, nós estamos trabalhando com a escala nominal.

Propriedades Numéricas: Para classificar as escalas Stevens propõe o critério de invariância. Trata-se de definir quais são as maneiras que permitem de substituir os números utilizados sem perder nenhuma informação. Assim no caso de uma escala nominal os números ou símbolos podem ser permutados apenas se isto é feito sistematicamente sem perder informação. Isto na teoria das medidas se diz que “a escala é definida dentro de limites de uma transformação de um a um”.(unique up to a one-to-one transformation”). Em outras palavras a escala nominal é definida dentro de limites de uma relação de equivalência.

2. Escala Ordinal

Definição: É um tipo de escala que permite não somente categorizar os objetos, as também ordená-los segundo a propriedade medida. Este tipo de escala não somente diferencia os indivíduos nomeando-os, mas também nos diz que um indivíduo tem mais ou menos, de uma determinada qualidade. As relações típicas na psicologia são: mais popular, mais difícil, mais atrasado, mais adaptado, etc. A diferença fundamental entre a escala nominal e ordinal é que a escala ordinal implica uma relação de ordem além da relação de equivalência entre os objetos.

Assim, tanto a escala nominal, quanto a escala ordinal diferenciam os objetos ou eventos entre si, mas enquanto a escala nominal somente poderia usar-se para nomear as coisas, a escala ordinal nos diz quais objetos ou eventos tem mais ou menos da qualidade que se julga

Exemplos:

1) Os Status socioeconômico freqüentemente utilizados na psicologia social é uma escala ordinal. Escalas de atitudes ou sociométricas são também escalas ordinais.

2) Ao atribuir o primeiro, segundo e terceiro lugar aos participantes de um concurso de beleza, está se diferenciando as pessoas por meio de números, e este tipo de diferenciação é chamada escala ordinal.

3) Ao terminar uma corrida, se diz que a pessoa que chega em primeiro lugar tem mais qualidade que se julga, neste caso a velocidade para correr, do que os outros competidores. Sem dúvida, e deve-se ficar bem salientado, que esta escala não nos diz nada a respeito do tamanho das diferenças que existem entre o ganhador e os outros participantes.

Propriedades numéricas: Toda transformação de números aplicados que não muda a ordem são admissíveis, isto porque pode ser feito sem perder nenhuma informação. Diz-se na teoria das medidas que “a escala é definida dentro de limites de uma transformação monotônica”. Isso quer dizer que se representa a escala original em abcissa e uma outra escala que pode substituí-la sem perda de informação, na ordenada, a relação entre as duas pode ser representada por uma curva constantemente crescente ou constantemente decrescente. (Podemos dizer “monotonicamente”). Assim a curva não pode ter nenhum segmento decrescente se a relação é direta entre as duas escalas e, inversamente ela não pode ter nenhum segmento crescente se a relação é inversa.

Portanto, as medidas efetuadas, utilizando-se escalas ordinais, tem em primeiro lugar, as propriedades das escalas nominais. Além disso, tem propriedades novas. Isso, tendo-se em conta que o experimentador que as emprega é, primeiramente, capaz de estabelecer uma relação de equivalência entre as coisas, e além do mais, uma relação de ordem. Para isso seria necessário que tenha encontrado uma operação experimental (dispositivo que permita a comparação de duas sensações, teste que possibilite a comparação de dois sujeitos), que permita dizer que A é superior a B e que goza de certas propriedades: não é preciso que essa operação faculte dizer, simultaneamente, que A é superior a B e B superior a A; é preciso que a operação que permite dizer que A é superior a B e B superior a C, possibilita também dizer que A é superior a C. A pesquisa de uma operação que apresenta essas propriedades constitui o aspecto experimental da construção de uma escala ordinal. Se essa pesquisa tiver êxito, poder-se-á, então, atribuir a cada coisa um símbolo, tomado num conjunto de símbolos, em cujo seio existe também uma relação de ordem, num número, por exemplo, de tal maneira que dois símbolos se ordenem sempre da mesma maneira que as duas coisas às quais foram atribuídas. Certos tratamentos, efetuados com o auxílio de símbolos, permitirão então prever o resultado de certas operações efetuadas nas coisas e são as propriedades dos símbolos que apresentarão interesse para o experimentador.

Finalmente deve ficar bem claro que a escala ordinal é geralmente considerada como portadora de certas limitações matemáticas, em grande parte porque tal escala nada informa a respeito da quantidade relativa de diferenças entre pontos adjacentes da escala. Isto porque, uma diferença unitária, por exemplo, de uma escala particular pode significar coisas bem diversas, em pontos diferentes de uma escala ordinal; e devido a isto, diz-se geralmente que as classificações de uma escala ordinal não devem ser somadas, subtraídas e nem se deve tirar sua média. Falando de modo bem estrito, essas operações aritméticas exigem uma outra escala, uma escala que dê informações sobre as distâncias existentes entre os pontos adjacentes, assim como sobre sua ordem. Essa escala que é denominada escala de intervalo, é a que iremos tratar a seguir.

3. Escala de Intervalo

Definição: Quando uma escala possui todas as características de uma escala ordinal e, além disso, uma distância pode ser definida entre os escalões, nós temos uma escala de intervalo. É uma escala muito mais rigorosa que as precedentes e permite medidas mais exatas. Numa escala de intervalo, o ponto zero e a unidade de medida são arbitrários. As diferenças entre escalões são isomorfos à estrutura aritmética e assim todas operações aritméticas sobre diferenças podem ser executadas e podem ter uma significação.

A escala de intervalos, tornamos a repetir, tem todas as características das outras duas escalas que estudamos, a saber a escala nominal e a escala ordinal. Entretanto, a escala de intervalos é mais completa, pois além de diferenciar os itens, nos diz qual os itens tem mais ou menos da qualidade julgada, ela também nos diz o tamanho da diferença entre os itens. O que nos permite dizer que escala é de intervalo é a unidade de mensuração e, com a unidade de mensuração avaliável, torna-se possível medir o tamanho das diferenças entre os itens, objetos ou eventos.

É fundamental entendermos que para se construir uma escala de intervalos, é necessário, primeiramente, que seja encontrada uma operação experimental, que permita definir o que se entende quando se diz que a distância (ou a diferença) entre duas coisas é igual à distância (ou a diferença) entre duas outras. Se chega a encontrar tal operação poder-se-

ão atribuir números às coisas, de tal modo, que as duas distâncias (ou diferença) experimentalmente iguais, correspondem duas diferenças numéricas iguais.

Vale dizer, mas não trataremos disso especificamente aqui, que a definição empírica da igualdade de duas distâncias é difícil e os psicólogos tiveram de utilizar, muitas vezes, nesse domínio não só constatações experimentais, mais ainda certos postulados.

Exemplos:

Altitude é tipicamente associada com uma escala de intervalo. A referência ponto de altitude zero é arbitrária.

Tempo t é mensurado por uma escala de intervalo. Não há um fenômeno natural o qual podemos indicar uma referencia ponto t=0.

Potencial elétrico mensurado em volts pode apenas ser definido por um arbitrário potencial zero, mas a diferença em potencial elétrico, por exemplo, ao longo da fibra nervosa, tem um preciso significado físico. Entretanto potencial elétrico é mensurado por escala de intervalo.

Um exemplo muito típico é o da temperatura. Mede-se a temperatura sobre uma escala de intervalo. Pode ser usados, escalas de Celsius, ou Fahrenheit, sem perder nenhuma informação. Sabemos também que o ponto zero destas escalas, como a unidade, são arbitrários, mas podem ser substituídos uma por outra porque existe uma relação linear entre as duas:

$$^{\circ}\text{F} = 9/5^{\circ}\text{C} + 32$$

Pode ser constatado que a razão de diferenças (intervalos) lidos sobre uma escala é igual a razão da diferença equivalente sobre a outra. Por exemplo, sendo dado a correspondência:

$^{\circ}\text{C}$	0	10	30	100
$^{\circ}\text{F}$	32	50	86	212

Se considera a razão das diferenças:

$$\text{Para } ^{\circ}\text{C} \quad (30-10) / (10-0) = 2$$

$$\text{Para } ^{\circ}\text{F} \quad (86-50) / (50-32) = 2$$

Isto mostra que a razão de cada intervalo é independente da unidade de medida e do ponto zero.

Escalas de intervalo são raras em psicologia, apesar de que muitos esforços foram feitos para estabelecer tais escalas. Há dificuldades com um desconhecido ponto zero verdadeiro, mas também com as muitas conceptualizações de um verdadeiro ou não arbitrário ponto zero. Por exemplo, como conceptualizar inteligência zero, aptidão musical zero, etc. Para obter tais escalas admite-se hipóteses, por exemplo, que a distribuição é gaussiana. Aceitando esta hipótese o experimentador manipula os dados para ajustá-los à curva normal que permite derivar uma escala de intervalo.

Propriedades numéricas: Como já dissemos, uma escala de intervalo pode ser substituída por qualquer outra com a condição de conservar a diferença relativa entre os intervalos, ou seja, entre as duas escalas tem que existir uma relação linear para não perder nenhuma informação. Diz-se na teoria das medidas que a “escala é definida dentro de limites de uma transformação linear”.

Em outras palavras, as propriedades dos números atribuídos segundo uma escala de intervalos são as que se conservam após transformação linear: $y=ax+b$. Pode-se dizer, de modo, equivalente, que, numa tal escala, a origem (parâmetro b) e a unidade (parâmetro a) permanecem arbitrários. Vê-se que a ordem dos elementos classificados segundo a variável x permanecerá imutável se os classificarem segundo y e que os números tem, pois, aqui, ao menos as propriedades daqueles que são atribuídos segundo uma escala ordinal. Mas, além disso, percebe-se que se os dois intervalos são iguais sobre a variável x , permanecem iguais sobre y , o que demonstra que a transformação linear conserva a propriedade numérica correspondente à propriedade experimental sobre a qual repousa a construção da escala.

Sumariando os pontos precedentes podemos dizer: (1) Medir objetos numa escala de intervalos, é necessário, primeiramente ordenar os objetos com respeito à magnitude ou tamanho, medir as diferenças em magnitude que separa os objetos um do outro; acompanhado a isso, a unidade de mensuração é essencial. (2) Escalas de intervalo não possuem um ponto zero verdadeiro, se por acaso existir um ponto zero verdadeiro ele é desconhecido ou porque problemas conceptuais têm impedido seu estabelecimento (Ex. Inteligência zero). (3) Razões de diferenças e diferenças entre médias são cálculos admissíveis com escalas de intervalo porque elas são independentes da localização do ponto zero.

4. Escalas de Razão

Definição: Quando uma escala tem todas as propriedades de uma escala de intervalo e, além disso, possui um ponto zero verdadeiro, nós temos uma escala de razão. Numa escala de razão, o quociente de qualquer dos pontos da escala é independente da unidade de medida. Os pontos de uma escala de razão são isomorfos à estrutura da aritmética e conseqüentemente todas as operações aritméticas efetuadas sobre os valores podem ter uma significação.

Assim, dizendo de maneira mais pormenorizada, a escala de razão possui todas as características das outras escalas, a saber: a escala nominal, a escala ordinal e a escala de intervalos. Além disso, a escala de razão implica na presença de um ponto zero verdadeiro. Com a escala de razão se pode realizar operações aritméticas com os números e manter a igualdade das razões. (Na psicologia, até o presente não foi possível estabelecer uma escala de razão. Elas podem ser encontradas na física.

Exemplos: 1) Considerando o peso de um corpo. Aqui nós não temos um ponto zero arbitrário. Peso zero é um ponto natural de referência. Por essa razão, faz sentido dizermos que um animal pesa tanto quanto um outro, ou que o peso aumenta em dois por cento. Desde que a razão de dois pesos tem um significado verdadeiro e é independente da unidade de medida, nós chamamos essa escala de razão.

2) Numa régua, podemos ver que as marcas de 2 e 4 centímetros tem uma razão de 2:4 ou 1:2, quando se multiplica cada número por 3, a razão entre eles é 6:12 ou novamente 2:4 ou 1:2, em outras palavras mantém-se a igualdade das razões. Assim a régua como

forma de medida, representa uma escala de razão. Outros exemplos são as unidades de medida em metros, quilogramas e litros.

Propriedades numéricas: Os números associados com os pontos de uma escala de razão são o conjunto de números reais. A escala de razão tem um zero absoluto, só a unidade de medida é arbitrária. Não se perde nada da informação quando se multiplica cada valor por um número positivo. Diz-se na teoria das medidas que: “a escala é definida dentro de limites da multiplicação por um constante positivo”. Por causa dessa característica, todos os instrumentos matemáticos podem ser aplicados aos dados aplicáveis em escalas de razão, desde que as razões não são distorcidas. Escalas de razão, então, permitem máxima flexibilidade em cálculos permissíveis e são por esta razão a classe preferida de mensuração.

Em outras palavras, as propriedades dos números são, então, aqui as que se conservam pela transformação $y=ax$. O desaparecimento do parâmetro b , presente na transformação aplicável às escalas de intervalos, assinala o fato de que a origem é aqui fixada. O que podemos finalmente dizer, é que se realizamos medidas psicológicas com a escala de razão, e realizadas de maneira incontestável no plano experimental, elas teriam todas as propriedades das medidas físicas mais “fortes”, como as de comprimento ou de massa.

Em resumo, as principais características e operações básicas dos quatro tipos de escalas discutidos e citados por Stevens, são colocados na Tabela 1. (Retirado de Stevens, in Rosenblith, 1961. p.4).

Escala	Operações empíricas básicas	Cálculos estatísticos permissíveis	Exemplos típicos
Nominal	Determinação de igualdade	Número de casos; Moda; Medida da informação	Número de Jogadores de Futebol
Ordinal	Determinação de mais ou menos	Mediana; Percentis; correlação de ordem (de fileiras de Spearman)	Dureza dos minerais; testes de inteligência com escores brutos
Intervalos	Determinação de Igualdade de intervalos ou de diferenças	Média; desvio padrão; correlação de ordem	Temperatura (Celsius, Fahrenheit); posição de uma linha; calendário; potencial de energia; Testes de inteligência com desvio (barone)
Razão	Determinação da igualdade de razão	Média geométrica; Média harmônica; Variação percentil	Densidade; Numerosidade; intervalo de tempo temperatura (Kelvin); intensidade de sons (sones); intensidade de brilho (brils)

PARTE IV - MÉTODOS BASEADOS EM JULGAMENTOS DE INTERVALO E DE RAZÃO

Depois de nos atermos aos quatro tipos de mensuração, pretendemos nesta parte nos ater aos métodos baseados em julgamentos de intervalo e de razão. Isto porque na realidade a psicofísica atual está baseada principalmente em julgamentos de razão e de intervalos em contraste com os julgamentos ordinais característicos da psicofísica fechneriana. Pode-se dizer também, como consequência disto que, apareceram novas técnicas matemática tanto para manipular os dados de novos métodos como para reinterpretar os dados das mais clássicas formas de elaboração de escalas e de julgamento psicofísico. Alguns dos métodos que iremos tratar supõe que o observador pode satisfatoriamente igualar intervalos ou distâncias entre respostas a estímulos. As bases para a escala de intervalo está no relato do observador o qual pode observar que diferenças supralimiais são iguais. Por outro lado, constitui as bases para derivarmos escalas de razão psicológicas, o fato de que o observador pode nos dizer onde um estímulo aparece ser um múltiplo de um outro ou alguma fração de um outro. Dentro de julgamentos de intervalo estão os métodos para igualar dois intervalos ao mesmo tempo e par igualar muitos intervalos ao mesmo tempo. Nessa primeira categoria falaremos do tradicional método de distâncias percebidas como iguais. Esse método usualmente envolve o princípio de bissecção, mas num sentido amplo ele inclui qualquer método de emparelhamento de intervalos onde dois intervalos estão envolvidos. O método de intervalos aparentemente iguais é o único procedimento de igualar intervalos onde mais de dois intervalos estão envolvidos.

Dentro de julgamento de razão temos duas abordagens diferentes. Na primeira delas, nós dizemos que razão o observador deve utilizar, ou seja, ele deve encontrar um estímulo que é a metade ou $1/3$ ou $1/5$ de um estímulo padrão, Por exemplo, calcular $1/2$ ou $1/3$ ou $1/5$ etc. de uma distância padrão de 30 metros demarcada por duas estacas. Este método é denominado de fracionamento. Quando o observador deve encontrar um estímulo que é duas vezes maior que um outro, ou três vezes, ou 5 vezes, etc., este método é denominado estímulos múltiplos. Na segunda delas o observador pode estar na presença de dois estímulos e ele informará quantas vezes um estímulo é maior que o outro. Este método, pouco utilizado, é denominado método das somas constantes.

Vale dizer que esta divisão acima, entre métodos baseados em julgamentos de intervalo e métodos baseados em razão é colocada por Guilferd(1954). Candland(1963) por outro lado, prefere não fazer esta divisão por considerar que esta distinção refere-se somente ao tipo de tarefa requerida do sujeito. D'Amato(1970) embora se utiliza outra terminologia para os métodos, prefere a divisão dada por Guilford. Assim D'Amato (1970) divide os métodos em: método diretos para construção de escalas de intervalo da sensação, e métodos diretos para construção de escalas de razão de sensação.

Em uma última parte, abordaremos os métodos que são muito freqüentemente utilizados em psicologia, visto que, para eles não é necessário conhecer o valor físico de cada estímulo para elaborar a escala psicológica, e além de serem relativamente fáceis de aplicar e interpretar. São eles: O método de comparação aos pares, o método de ordenação e o método de classificação.

1. Método de distâncias percebidas como iguais

O método de distâncias percebidas como iguais requer que o observador bisseccione uma dada distância em um contínuo psicológico. Como a tarefa do sujeito é bisseccionar a distância entre dois estímulos, esse método é também chamado método de bissecção. Esse método implica na apresentação de dois padrões, e os estímulos podem ser apresentados através de qualquer um dos três métodos psicofísicos clássicos já estudados. Por exemplo, dado dois sons de intensidade S1 e S2, o último sendo de maior magnitude, o observador tem o problema de encontrar um estímulo S2 tal que o intervalo S3-S2 seja igual subjetivamente ao intervalo S2-S1.

Exemplo ilustrativo: Descrição do exemplo - Um exemplo ilustrativo é apresentado na tabela 2, onde se pede ao sujeito para bisseccionar a distância entre duas linhas padrão de determinados comprimentos. Os Estímulos são apresentados em ordem contrabalanceada de tal maneira que na metade das vezes o padrão maior aparece em cima e na metade das vezes em baixo. O estímulo de comparação é apresentado entre os dois padrões. A Figura 1, abaixo da tabela, mostra a maneira de apresentar os estímulos, usando as duas primeiras tentativas da tabela 2 como exemplos.

Tabela 2: Bissecção de comprimento pelo método de distância percebidas como iguais.

Posição do SP mais comprido	Sb	Sc	Sb	Sc	Sb	Sc	Sb	Sc
Direção da tentativa	A	D	D	A	A	D	D	A
6,0			+		+		+	
5,9		+	+	+	+		+	+
5,8	+	+	+	+	+	+	+	+
5,7	+	+	+	+	+	+	+	+
5,6	+	+	=	+	+	+	+	=
5,5	=	+	=	=	=	+	+	=
5,4	=	=	-	-	=	=	=	=
5,3	=	-	-	-	=	=	-	-
5,2	-	-		-	-	-	-	-
5,1	-	-		-	-	-		-
5,0 (padrão)	-			-		-		
PIS								
+ maior que a metade			Sc padrão maior acima do comparativo					
= igual a metade								
- menor que a metade			Sb padrão maior abaixo do comparativo					
A série ascendente								
D série descendente								

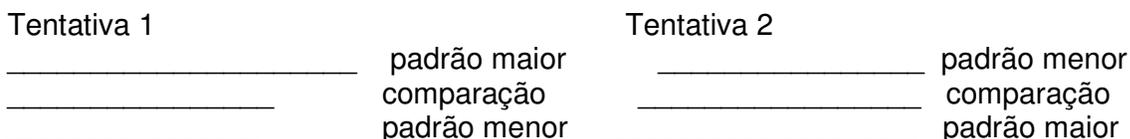


Figura 1: Exemplo de como apresentar os estímulos para julgamentos de comprimento através do método de distâncias percebidas como iguais.

Assim como apresentado na Figura 1, e na Tabela 2, temos neste método dois padrões, um maior de 6 e um menor de 5 cm. Evidentemente a tarefa do sujeito é bisseccionar a distância entre estes dois padrões, dizendo se o estímulo comparativo dado bisseccionar

a distância entre os dois padrões. Em outras palavras, suponhamos que o estímulo de 6 cm (padrão maior) compreende o intervalo A-B e o estímulo de 5 cm (padrão menor) compreende o intervalo E-F, a tarefa do sujeito é encontrar um intervalo C-D, que seja subjetivamente a metade da distância da soma dos dois estímulos, ou seja, metade do intervalo A-F. A apresentação dos estímulos de comparação pode ser levada a efeito utilizando-se qualquer um dos três métodos psicofísicos clássicos, ou seja, o dos limites, erro médio ou estímulos constantes.

No exemplo da Tabela 2, o método psicofísico usado foi o método dos limites, no qual o sujeito dispõe de três respostas, as quais são: maior que a metade, menor que a metade e igual à metade. Assim apresentando-se os estímulos comparativos, ora em série de tentativas ascendente ora em série de tentativas descendentes e, pede-se ao sujeito dizer quando o estímulo comparativo é igual a metade, maior ou menor.

Controles: Os controles utilizados neste método são muito fáceis de aplicar e entender. Deve-se sempre realizar 50% das tentativas em série ascendente e 50% das tentativas em série descendente, pois, se tem demonstrado que a direção dos ensaios afeta a medida do limiar. Deve-se também nesse método eliminar a possibilidade de uma preferência de posição, ou seja, deve-se alterar a posição dos dois estímulos padrão de maneira que nenhum aparece acima em todas as vezes. Portanto, observa-se na tabela 2, que o padrão maior aparece acima em 50% das tentativas e o padrão menor se apresenta acima em 50% das tentativas. Modificando deste modo a colocação dos dois estímulos padrão, contrabalanceando-se a apresentação dos estímulos padrões.

Medida principal e como resolver: Quando se usa esse método de elaboração de escalas, isto é, o método de distância percebida como iguais, o PIS ou ponto de igualdade subjetiva é a principal medida. Não obstante, neste método, o sujeito está interessado em encontrar o ponto médio entre dois padrões, e não em igualar o estímulo comparativo ao estímulo padrão. Portanto, o PIS é o ponto no qual o sujeito julga o comparativo igual ao ponto médio entre os dois padrões, quer dizer, o ponto no qual ele julga que o estímulo comparativo bissecciona os dois padrões. Em termos gerais, o PIS é o ponto médio dos julgamentos de igualdade.

Verificando, no exemplo dado da tabela 2, que na última série descendente o estímulo de 5,4 foi julgado igual, quer dizer, julgou-se que bissecciona os dois padrões. Portanto, este estímulo é subjetivamente igual ao estímulo de 5,5 cm, que constitui o valor físico real da bissecção. Novamente para complementar, observando-se na tabela 2, vemos que na primeira série ascendente, o sujeito deu julgamentos de igualdade aos estímulos de 5,3 cm, 5,4 cm e 5,5 cm, o que nos possibilita dizer que o PIS deve estar em algum ponto entre 5,25 e 5,55cm. Como o ponto médio da amplitude é 5,4cm, é este o PIS para esta série.

Continuando o cálculo do PIS para as outras séries, para melhor entendimento, verifica-se na tabela, na segunda série a qual é descendente que o PIS é igual a 5,4, ou seja, onde o sujeito percebeu que o estímulo comparativo bissecciona os dois padrões. Na terceira série o PIS está entre 5,6 e 5,5cm, sendo, portanto o ponto médio 5,55cm. Na quarta série o valor do PIS é 5,5 e nas outras séries o valor é sucessivamente 5,4; 5,35; 5,4 e 5,5cm.

Embora se tem vários PIS, que podemos denominar parciais, pois, são de cada série em particular, pode-se encontrar uma média dos PIS, retirando-se, portanto um valor único. Para encontrar essa média dos PIS se toma primeiro a média relativa a todas as séries

ascendentes e a média relativa a todas as séries descendentes. Depois se tira a média geral destas médias. No nosso exemplo a média das séries descendentes foi de 5,425 e a média das séries ascendentes foi de 5,45cm. Assim tomando-se as somas dessas duas médias e dividindo-se por dois, temos a média geral dos PIS que no caso é de 5,4375.

Em resumo, este método implica nos seguintes pontos: (1) os estímulos podem ser apresentados através de qualquer um dos três métodos psicofísicos clássicos; (2) a tarefa do sujeito consiste em bissecionar a distância entre dois padrões; (3) o PIS é a principal medida.

Finalmente Guilford (1954) salienta que este método tem sido de grande interesse por várias razões em diferentes tempos. Primeiro, a descoberta de que ele possibilita a medida de distância supraliminal, estendendo grandemente os limites do contínuo psicológico. Segundo, o método foi muito cedo colocado em uso para testar a validade da lei de Fechner. Terceiro, o método também permitiu checar a afirmação de que o DL na mesma escala são iguais, Se um DL mensurado em uma parte de um contínuo é realmente equivalente ao DL encontrado em outra parte do mesmo contínuo, então duas distâncias percebidas como iguais conterá o mesmo número de tais unidades.

Exercício resolvido:

Dois estímulos padrões um de

0,30 ft/L e um de 0,52 ft/L são usados. Os estímulos comparativos são variados. A tarefa do sujeito é estimar a intensidade de brilho que é metade entre os dois padrões.

Descrição do exemplo: Nesse exercício foi utilizado o método dos limites, para determinar o ponto de bissecção. Entretanto, voltamos a lembrar que qualquer outro método psicofísico poderia ser usado, evidentemente, dependendo da natureza da tarefa e das condições do aparelho a ser utilizado.

Tabela 3: Dados de intensidade de brilho obtidos pelo método de distância percebidas como iguais.

Estímulos comparativos. ft - L	Ee	Ed	Ee	Ed	Ee	Ed	Ed	Ee	Ed	Ed	Ee	Ee	
Séries	A	D	D	A	A	D	A	D	A	D	D	A	
0,52						+						+	
0,50		+				+		+				+	+
0,48	+	+			+	+	+	+		+	+	+	
0,46	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	
0,44	+	+	+	=	+	+	=	+	+	+	+	=	
0,42	=	+	=	=	=	=	=	+	+	=	+	=	
0,40	=	=	=	=	=	=	=	=	+	-	=	-	
0,38	=	-	-	=	-	=	-	-	=	-	-	-	
0,36	-	-	-	-	-	=	-	-	-	-	-	-	
0,34	-	-		-		-	-	-	-		-	-	
0,32	-	-				-	-		-			-	
0,30							-					-	

PIS 0,40 0,40 0,41 0,41 0,41 0,39 0,42 0,40 0,38 0,42 0,40 0,43

Ee = o padrão de 0,30 à esquerda + = maior que a metade
 Ed = o padrão de 0,30 à direita = = igual a metade
 A = série ascendente - = menor que a metade
 D = série descendente
 PIS = Ponto de Igualdade Subjetiva

Medida principal e como resolver:

Verifica-se que a direção das tentativas é contrabalanceada, pois, temos 50% das tentativas ascendentes e 50% das tentativas descendentes . Nota-se também que em 50% das tentativas o estímulo padrão menor aparece à esquerda e 50% à direita. O sujeito dispõe de três respostas, são elas: maior que a metade, menor que a metade e igual a metade.

Como já dissemos, neste método a medida mais importante é o PIS. O PIS, como definimos é o ponto em que o estímulo comparativo parece igual ao padrão, ou em outras palavras é o ponto no qual o sujeito julga o comparativo igual ao ponto médio entre os dois padrões , isto é, o ponto no qual ele julga que o estímulo comparativo bissecciona os dois padrões.

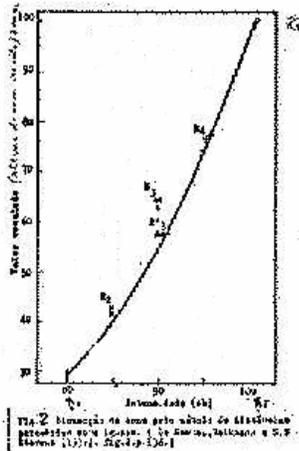
Na primeira tentativa, série ascendente, os estímulos comparativos de 0,38;0,40 e 0,42 foram avaliados como iguais à metade, quer dizer, julgou-se que estes estímulos bissecciona os dois padrões. Portanto são subjetivamente iguais ao estímulo de 0,41, que constitui o valor físico real da bissecção. Entretanto, o ponto médio destes estímulos comparativos situa-se em 0,40, sendo este o PIS dessa série ascendente.

Na segunda série o PIS situa-se em 0,40, sendo conseqüentemente este o valor do PIS, para esta série descendente. Assim, para todas as séries é calculado o PIS. Deve-se lembrar que quando na série houver vários estímulos comparativos percebidos como subjetivamente iguais à metade, o PIS dessa referida série é calculado através da média desses estímulos julgados como iguais, ou melhor, subjetivamente iguais.

Para cálculo do PIS geral e único, ou a média geral dos PIS, primeiramente calcula-se a média dos PIS para as series ascendentes e a média dos PIS para as series descendentes. Em seguida a partir das médias das duas series, ascendente e descendente, calcula-se a média geral dos PIS. Assim no exercício resolvido da tabela 3, a média das series ascendentes é igual a 0,408, e média das series descendentes é igual à 0,403. Conseqüentemente a média geral dos PIS é igual à 0,405.

Um exemplo típico e ilustrativo desse método e encontrado na literatura é relatado por Newman e S.S.Stevens (1937). Eles realizaram um experimento no qual usaram o método de distâncias percebidas como iguais para escalonar a intensidade do som. A Figura 2 descreve os dados.

O procedimento consistia no seguinte. Primeiro se deram ao sujeito dois estímulos para bisseccioná-los em relação à intensidade. Estes estímulos foram de 80 db (designado R1) e de 100 db (designado R5). Apresentou-se ao sujeito um padrão (R1), um estímulo comparativo e depois o outro padrão (R5). Ele teria que ajustar o estímulo de comparação de tal maneira que bisseccionaria os dois padrões. Designou-se como R3 o resultado desta bissecção. O exame da Figura 2, abaixo, revela que o valor de R3, relativo aos dois sujeitos foi muito perto de 90db, valor físico real da bissecção.



Depois apresentou-se ao sujeito R1, um estímulo comparativo e o valor de R3 entrado na bissecção anterior. Designou-se como R2 o resultado da bissecção de R1 e R3. Este representa o ponto que está subjetivamente a um quarto da distância entre os dois estímulos padrões de 80 e 100db. Em seguida o sujeito encontrou R4 ao bissecionar R3 e R5. O valor de R4 está subjetivamente a três quartos da distância entre os dois estímulos originais padrão. A tarefa final do sujeito foi bissecionar os valores de R2 e R4 obtidos nas bissecções anteriores. Chamou-se R'3 o resultado desta bissecção. Note-se que o valor mencionado deveria ser igual ao R3 original. A discrepância entre R3 e R'3 de fato é muito pequena em termos de decibéis para os dois estímulos.

Vale dizer, finalmente que os resultados desse método podem também serem interpretados em termos de sub e superestimação em relação ao valor real da bissecção dos estímulos apresentados.

Exercício proposto:

Tabela 4: Bissecção de duas distâncias colocadas paralelamente, no plano frontal do sujeito, pelo método das distâncias percebidas como iguais.

Posição do SP maior	Ee	Ed	Ee	Ed	Ee	Ed	Ee	Ed
Séries	A	D	D	A	A	D	D	A
30m				+	+			+
28	+			+	+	+	+	
26	+	+	+	+	+	+	+	+
24	+	+	=	+	=	+	+	+
22	=	+	=	=	=	=	+	+
20	=	=	=	=	=	=	+	=
18	=	-	=	-	-	=	=	=
16	-	-	-	-	-	-	-	-
14	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-					-		-
10m								-
PIS	20	20	21	21	22	20	13	19

+ maior que a metade
 - menor que a metade
 = igual a metade
 PIS = Ponto de igualdade subjetiva

A = ascendente
 D = descendente
 Ee = o padrão maior à esquerda
 Ed = o padrão maior à direita

Questões:

1. Calcule a média geral dos PIS e os PIS para cada serie em particular.
2. Explique o que significa o valor do PIS.
3. Que controles foram usados nesse método?
4. Explique os dois tipos de erros que podem ocorrer nesse método.

2. Método de intervalos aparentemente iguais

Diferente do método de bissecção anteriormente tratado, este não envolve apenas dois estímulos, mas sim vários estímulos. No método de intervalos aparentemente iguais é dado ao sujeito todos os estímulos de uma só vez, portanto, sua tarefa consiste em repartir os estímulos em número X de categorias. Evidentemente, o método é mais facilmente empregado quando os estímulos podem ser manipulados pelo sujeito. Não obstante, por exemplo, ele não é um método especialmente adequado se tons são estímulos, pois, para a apresentação de todos os estímulos ao mesmo tempo, dificultaria ao sujeito a manipulação e conseqüentemente sua tarefa resultaria em balbúrdia. Por outro lado, essa técnica, ou melhor, este método, tem algumas das vantagens do método do erro médio, visto que o sujeito está provavelmente mais interessado na tarefa na qual ele manipula os estímulos. Para Candland (1968) o termo intervalos aparentemente iguais refere-se ao fato de que os estímulos dentre categorias resultam em grupos os quais são para o sujeito pelo menos equivalentes com respeito ao contínuo estipulado.

Um exemplo de um experimento ilustrativo do método de intervalos aparentemente iguais é apresentado na tabela 5, abaixo.

Descrição do exemplo:

Tabela 5: Tabela de distribuição pelo método de intervalos aparentemente iguais.

Estímulos, $m\mu$	categorias					Escolhas ponderadas com as categorias	Somatória	Média
	1	2	3	4	5			
500	4	2				$4x1 + 2x2$	8	1,3
501	3	2	1			$3x1 + 2x2 + 1x3$	10	1,7
502	1	3	2			$1x1 + 3x2 + 2x3$	13	2,16
503	2	2	2			$2x1 + 2x2 + 2x3$	12	2,0
504	2	2	1	1		$2x1 + 2x2 + 1x3 + 1x4$	13	2,16
505		2	4			$2x2 + 4x3$	16	2,66
506		1	4	1		$1x2 + 4x3 + 1x4$	18	3,0
507		3	3			$3x2 + 3x3$	15	2,5
508		3	1	2		$3x2 + 1x3 + 2x4$	17	2,83
509		2	1	2	1	$2x2 + 1x3 + 2x4 + 1x5$	20	3,33
510			1	4	1	$1x3 + 4x4 + 1x5$	24	4,00
511			1	3	2	$1x3 + 3x4 + 2x5$	25	4,15
512				1	5	$1x4 + 5x5$	29	4,83
513					6	$6x5$	30	5,00

Nesse exemplo apresenta-se ao sujeito 14 discos de cores, sendo que os discos variam em comprimento de onda, e estando cada um a um milimicron (unidade de comprimento de onda) de distância. Pede-se ao sujeito distribuir os estímulos em categorias. No caso são 5 categorias, entretanto, podem-se utilizar mais ou menos categorias, dependendo da tarefa do sujeito e obedecendo-se evidentemente o limite de capacidade do canal humano (7+-2 categorias). O sujeito pode julgar cada estímulo n vezes, no nosso exemplo ele julga cada estímulo seis vezes. A distribuição dos estímulos em cada tentativa no método de intervalos aparentemente iguais se deixa inteiramente por conta do sujeito, mesmo que o experimentador tenha fixado o número de categorias. Assim os números de cada categoria representam o número de vezes que o sujeito coloca o estímulo correspondente nessa categoria. Por exemplo, no caso do estímulo de 500 um foram usadas apenas duas categorias que foram 1 e 2, onde se verifica que o estímulo foi colocado 4 vezes na

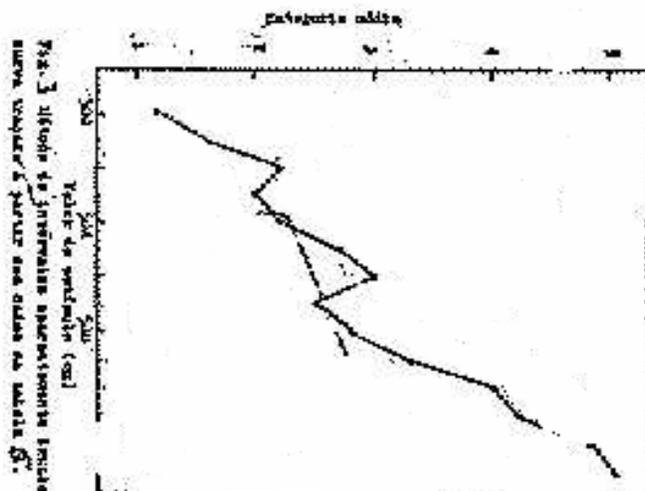
categoria 1 e 2 vezes na categoria 2. Isto implica, conseqüentemente, que em relação ao estímulo 500 um, das seis vezes em que foi apresentado para categorizá-lo, o sujeito o categorizou 4 vezes na categoria 1 e duas vezes na categoria 2.

Medida principal e Resolução:

Diferente do método de bissecção, em que a medida principal é o PIS, no método de intervalos aparentemente iguais o cálculo essencial é a média ou mediana de categoria de colocação. Segundo Guilford (1954) quando a distribuição de freqüências não são truncadas a média é melhor. Quando a distribuição das freqüências são truncadas a mediana torna-se a melhor medida. A medida de dispersão melhor, quando as distribuições de freqüência não são truncadas, é o desvio padrão e quando as distribuições são truncadas é o semi-interquartil (Q). A média é obtida computando-se a média das categorias às quais se atribui cada estímulo. Somam-se os valores das categorias que correspondem a todas as colocações de cada estímulo e depois dividem-se pelo total das colocações possíveis ou pelo número total das vezes em que o estímulo foi julgado.

Voltando ao nosso exemplo, verifica-se que o estímulo de 502um foi colocado ou julgado 1 vez na categoria 1, 3 vezes na categoria 2 e 2 vezes na categoria 3. Assim os seis valores numéricos de categoria que se somam são 1,3,3,3,2,2; visto que se pedia ao sujeito fazer seis julgamentos para cada estímulo. Isto, em outras palavras, equivale a multiplicar o número de colocações pelo valor da categoria e somar. Em relação ao estímulo 502um, é a soma de 1×1 ; 3×2 ; 2×3 ; cuja soma é 13. Para se obter a média se categoria de colocação se divide este número por 6, que é o número de colocações possíveis. Sucessivamente deve-se calcular a média de categorias de colocação para os estímulos restantes.

Finalmente estes dados podem ser representados graficamente tal como na Figura 3, onde se tem na ordenada a média de categoria e na abcissa o valor do estímulo.



O uso prático mais comum do método de intervalos aparentemente iguais tem sido no escalonamento de material tal como exemplares de letras ou desenhos no qual torna-se muito difícil de ser manipulado. São métodos de classificação (ranking) ou pelo tão usado método de comparação aos pares na preparação de escalas de atitudes.

Assim devido ao fato que muitas escalas técnicas tornam-se difíceis e demoradas para aplicar quando muitos estímulos tem de ser escalonados, usas-se o método de intervalos aparentemente iguais. O seu uso preliminarmente possibilita determinar as categorias, a partir do qual um pequeno número de estímulos podem ser escolhidos, o qual será característica da amostra total.

Avaliação do método: O método se torna útil como no caso acima descrito. Entretanto uma pequena questão da eficiência do método de intervalos aparentemente iguais reside no fato de que o tempo e o esforço requerido por parte dos observadores e do investigador é grande. Um grande número de estímulos podem ser julgados e a importância da computação estatística é mínima. Se nós aceitamos a operação de igualar intervalos pela inspeção como base para escalas de intervalos, nós temos neste método uma abordagem muito aceitável para a mensuração psicológica e de ordem relativamente alta. Não obstante, vários pesquisadores tal como Guilford (1954) salienta, que muitas vezes os resultados obtidos pelo método de intervalos aparentemente iguais não estão de acordo com os obtidos pelo método de comparação aos pares, o que obviamente dificulta a nossa decisão. Entretanto, essa discussão não será tomada por nós ao longo desse manual introdutório, pois já envolve a teoria da construção desses respectivos métodos.

Síntese: Nesse método podem ser salientados os seguintes pontos:

São apresentados aos sujeitos de uma só vez.

O sujeito deve dividir os estímulos em categorias cujo número pode ou não ser fixado pelo experimentador.

A principal medida é a média ou mediana, que podem vir conjuntamente com o desvio padrão ou o semi-interquartil respectivamente.

Exercício resolvido:

Tabela 6: freqüência na qual é distribuído em nove categorias sucessivas, estímulos de comprimento de varetas.

Comprimentos de varetas	categorias									Cálculos		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Escolhas ponderadas	Somatória	Média
25 cm	14	18	7	1						$14 \times 1 + 18 \times 2 + 7 \times 3 + 1 \times 4$	75	1,83
25,5	16	19	3	2						$16 \times 1 + 19 \times 2 + 3 \times 3 + 2 \times 4$	71	1,78
26	7	18	11	4						$7 \times 1 + 18 \times 2 + 11 \times 3 + 4 \times 4$	92	2,30
26,5	8	18	9	3	2					$8 \times 1 + 18 \times 2 + 9 \times 3 + 3 \times 4 + 2 \times 5$	93	2,33
27	3	13	14	3	6	2				$3 \times 1 + 12 \times 2 + 14 \times 3 + 3 \times 4 + 6 \times 5 + 2 \times 6$	123	3,08
27,5	1	11	14	12	2					$1 \times 1 + 11 \times 2 + 14 \times 3 + 12 \times 4 + 2 \times 5$	123	3,08
28		3	12	14	9	2				$3 \times 2 + 12 \times 3 + 14 \times 4 + 9 \times 5 + 2 \times 6$	155	3,08
28,5		2	9	18	9	2				$2 \times 2 + 9 \times 3 + 18 \times 4 + 9 \times 5 + 2 \times 6$	160	4,00
29			2	20	17	1				$2 \times 3 + 20 \times 4 + 17 \times 5 + 1 \times 6$	177	4,43
29,5				26	11	3				$26 \times 4 + 11 \times 5 + 3 \times 6$	177	4,43
30			2	10	16	9	3			$2 \times 3 + 10 \times 4 + 16 \times 5 + 9 \times 6 + 3 \times 7$	201	5,03
30,5				8	17	14	1			$8 \times 4 + 17 \times 5 + 14 \times 6 + 1 \times 7$	208	5,20
31				8	18	10	4			$8 \times 4 + 18 \times 5 + 10 \times 6 + 4 \times 7$	210	5,25
31,5				2	14	14	10			$2 \times 4 + 14 \times 5 + 14 \times 6 + 10 \times 7$	232	5,80
32					12	19	9			$12 \times 5 + 19 \times 6 + 9 \times 7$	237	5,93
32,5				2	6	18	14			$2 \times 4 + 6 \times 5 + 18 \times 6 + 14 \times 7$	244	6,10
33					2	14	23	1		$2 \times 5 + 14 \times 6 + 23 \times 7 + 1 \times 8$	263	6,58
33,5						10	25	5		$10 \times 6 + 25 \times 7 + 5 \times 8$	275	6,88
34						12	22	6		$12 \times 6 + 22 \times 7 + 6 \times 8$	274	6,85
34,5						5	22	11	2	$5 \times 6 + 22 \times 7 + 11 \times 8 + 2 \times 9$	290	7,25
35							14	20	6	$14 \times 7 + 20 \times 8 + 6 \times 9$	312	7,80
35,5							7	17	16	$7 \times 7 + 17 \times 8 + 16 \times 9$	329	8,23
36							6	20	14	$6 \times 7 + 20 \times 8 + 14 \times 9$	328	8,20

Neste exemplo, verifica-se que o número de categorias delimitado pelo experimentador foi de 9, onde o sujeito pode dar um número bem grande de julgamentos para cada estímulo (40). Os estímulos a serem examinados variam de 25cm a 36cm, e a distribuição dos

estímulos se deixa totalmente por conta do sujeito, o qual recebe todos os estímulos de uma vez.

Na análise destes dados, o cálculo essencial é a medida de colocação de categoria. Esta se obtém de modo simples computando a média das categorias que correspondem a todas as colocações de cada estímulo e depois se dividem pelo total das colocações possíveis ou pelo número total de vezes em que o estímulo foi julgado. No caso do estímulo 28 cm as categorias usadas foram 2, 3, 4, 5, 6. O estímulo foi colocado 3 vezes na categoria 2, 12 vezes na categoria 3, 14 vezes na categoria 4, 9 vezes na categoria 5 e 2 vezes na categoria 6. Multiplicando-se, assim o número de colocações pelo valor da categoria a somar, nós temos um valor de 155. Para se obter a média da categoria de colocação se divide este número de colocações possíveis, que no exemplo acima é de 40 colocações. A média de categoria de colocação referente ao estímulo de 28cm é de 3,87.

Para calcular a média de categoria de colocação para os estímulos restantes, deve-se apenas seguir o procedimento acima.

Na literatura, se encontra o estudo de Guilford e Dingman (1955) em que usaram o método de intervalos aparentemente iguais para categorizar estímulos de peso. Se colocou ao sujeito 21 pesos, cada um dos quais julgou três vezes, e se limitou a 15 o número de categorias que podiam ser usadas. Estes experimentadores introduziram uma variação na metodologia ao usarem “estímulos de ancoragem”. Estes são estímulos que os sujeitos usam como pontos de referência quando colocam os estímulos em categorias. O experimentador coloca um ou mais estímulos em uma ou mais categorias. Estes são estímulos de ancoragem. Neste caso o experimentador colocou um estímulo de 50 g na categoria 4 e um estímulo de 100 g na categoria 12.

Exercício proposto:

Tabela 7: Distribuição de freqüência, pelo método de intervalos aparentemente iguais, para estímulos de peso.

Pesos em gramas	categorias							Escolhas ponderadas	Somatória	Média
	1	2	3	4	5	6	7			
40	5	1								
41,5	3	2	1							
43	2	3	1							
44,5		4	1	1						
46		2	2	2						
47,5		3	1	1	1					
49				1	4	1				
50,5				2	2	2				
52				2	2	1	1			
53,5				1	3	2				
55					3	1	2			
56,5						1	5			
58							6			

3. Métodos baseados em julgamento de razão

Nos métodos de julgamentos de razão, um observador poderá nos dar seu registro ou sua informação de um dos dois modos gerais: no primeiro caso em geral, se ele seleciona ou produz um estímulo o qual já leva uma razão prescrita de um estímulo padrão, nós temos o método de fracionamento e o método dos estímulos múltiplos. No método de fracionamento o estímulo que será selecionado pode levar a razão de $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{5}$ ou $\frac{1}{10}$ do estímulo padrão. No método dos estímulos múltiplos, o estímulo selecionado é algum múltiplo do padrão, dobro, quádruplo, e por outro lado, no segundo caso geral, quando aos observadores é dado dois ou mais estímulos e a sua tarefa é dar qual ou quais as razões aparentes entre eles, ou melhor, em que os observadores é dado dois estímulos e sua tarefa é dar qual ou quais as razões aparecem entre eles, ou melhor, em que os observadores dão a razão psicológica entre os estímulos, nós temos o método das somas constantes.

4. O Método de fracionamento

O método de fracionamento é distinguido pelo fato de que o sujeito é requerido selecionar um estímulo comparativo é qualquer outra razão ou fração dos estímulos padrões. Neste método uma variante é aquela em que se pode apresentar todos os estímulos comparativos ao sujeito de uma só vez. Apresenta-se também um padrão. A tarefa do sujeito consiste em escolher o estímulo comparativo que seja uma fração determinada do padrão examinado, por exemplo, pode-se lhe pedir que escolha um estímulo comparativo que seja um terço do tamanho do padrão.

O experimentador pode pedir ao sujeito que use qualquer fração proporcionalmente sugerida. Uma outra variante deste método é pedir ao sujeito demarcar numa distância ou num outro contínuo uma dada fração. Por exemplo, o experimentador movimenta uma estaca horizontal, entre a distância demarcada, ora ascendente, ora descendente e a tarefa do sujeito é dizer pare ao experimentador quando ele julgar que a distância percorrida corresponde a fração pedida.

De maneira geral este método, se assemelha ao método de distâncias percebidas como iguais, no entanto, neste método é apresentado ao sujeito apenas um padrão de cada vez. E se diferencia também por qualquer fração, não apenas $\frac{1}{2}$ como no método de bissecção (distâncias percebidas como iguais).

Apresentaremos sobre este método dois experimentos ilustrativos em que o sujeito deve escolher o estímulo comparativo que seja a fração exigida e o outro em que o sujeito apenas julga a distância que aparentemente corresponde à fração pedida.

Descrição do exemplo 1

Tabela 8: Distribuição da distância média julgada como $\frac{3}{4}$ do estímulo padrão, em cinco tentativas com apresentação aleatória de cinco padrões.

Estímulos comparativos em metros	padrão	tentativas					Somatória	M	3/4 real	E	E%
		1	2	3	4	5					
5,0											
5,5											
6,0											
6,5											
7,0											
7,5											
8,0											
8,5											
9,0											
9,5											
10,0	10,0	6,5	7,0	6,5	7,5	7,0	34,5	6,9	7,5	-0,6	-8%
10,5											
11,0	11,0	8,5	8,5	8,0	7,5	8,5	41,0	8,2	8,25	-0,05	-0,6%
11,5											
12,0	12,0	8,5	9,5	9,0	9,5	9,0	45,5	9,1	9,0	+0,1	+1,11%
12,5											
13,0	13,0	9,5	10,5	10,5	10	10	50,5	10,1	9,75	+0,35	+3,0%
13,5											
14,0	14,0	10	9,5	10	10,5	9,0	49	9,8	10,5	-0,7	-6,6%
14,5											
15,0	15,0	10	10,5	11,5	11	11,5	54,5	10,9	11,25	-0,35	-3,1%

São apresentados seis estímulos padrões, um de cada vez, e a sua tarefa é escolher entre os estímulos comparativos qual é aparentemente $\frac{3}{4}$ do padrão que se julga. No nosso exemplos estímulos padrões variaram de 1 m, indo de 10 m até 15 m, e os estímulos comparativos variaram em 0,5m, indo de 5,0m até 15,0m. Os estímulos padrões são apresentados aos sujeitos em seis tentativas, sendo os mesmos apresentados aleatoriamente. Vale dizer que o número de tentativas é determinado arbitrariamente, podendo ser maior ou menor dependendo da tarefa a realizar.

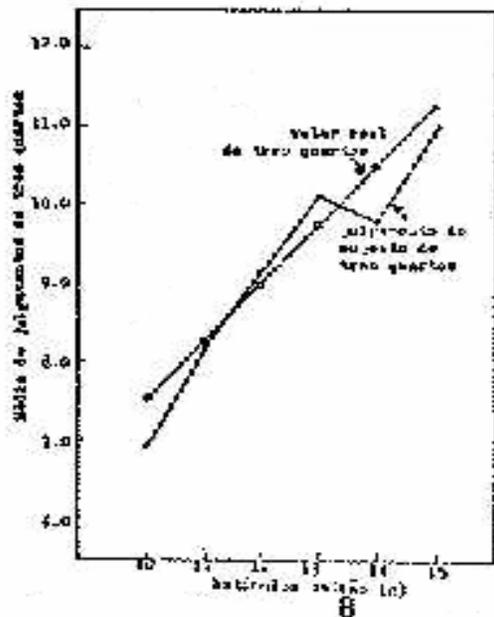
Na primeira tentativa com um estímulo padrão de 10m, o sujeito julga que o estímulo 6,5 é $\frac{3}{4}$ do estímulo padrão, na segunda tentativa a avaliação é de 7,0m. Na tentativa 3, com o padrão de 13m, o estímulo que o sujeito acha é $\frac{3}{4}$ dp padrão é 10m.

Principais medidas e resolução:

Como se pode ver na tabela, a análise dos dados inclui uma medida da distância média que se julga ser três quartos de cada padrão. Este número se obtém somando as distâncias que são julgadas $\frac{3}{4}$ de cada padrão em cada tentativa e dividindo por 5, que é o número de tentativas para cada padrão.

Assim, nesse exemplo a distância média que é percebida como $\frac{3}{4}$ do padrão de 12,0m é a distância de 9,1m. Em seguida a tabela apresenta também o erro absoluto e o erro relativo (erro ou porcentagem) para cada estímulo padrão. O erro absoluto é a diferença entre a distância média percebida como $\frac{3}{4}$ e o $\frac{3}{4}$ real para o estímulo padrão de 10m, o erro absoluto é igual a $-0,6$; ou seja, $6,9 - 7,5 = -0,6$. O erro relativo é simplesmente uma regra de três, ou seja, dividir o erro absoluto pelo valor de $\frac{3}{4}$ real e multiplicar por 100, para tê-lo em porcentagem. Para o estímulo padrão de 10m o erro em porcentagem é de 8%. Em outras palavras, o sujeito subestimou o tamanho do estímulo comparativo em relação ao padrão, em aproximadamente 8%. Por outro lado, se verifica que nas distâncias padrão de 12m e 13m, o estímulo comparativo foi superestimado em relação ao padrão.

Este exemplo fica melhor ilustrado quando os dados são traçados no gráfico da Figura 4, na qual é colocado nas abcissas o valor dos padrões e nas ordenadas a média do julgamento dos três quartos. Esta incluída na figura uma curva do valor físico real dos $\frac{3}{4}$ de cada padrão para compará-los com julgamentos psicológicos dados pelo sujeito.



Descrição do exemplo 2:

Esse exemplo, como já dissemos difere do anterior pelo fato de que aqui o sujeito não escolhe um estímulo comparativo que apresenta ser igual à fração pedida do estímulo padrão. Mas, o sujeito pode de maneira geral, o procedimento deste método é mais uma variante do método do erro médio. A fração a ser demarcada pode ser uma qualquer, e

ainda pode ser avaliada a partir do sujeito (proximal) ou a partir da última estaca que demarca a distância ou distâncias a serem fracionadas (distal). Isto quando o contínuo físico é a distância.

Nesse exemplo a tarefa do sujeito consistia em dividir as seguintes distâncias 40, 80, 160, 320, e 640 cm. Pedia-se aos sujeitos dividirem entre distâncias em três partes iguais, ou seja, calcular $\frac{2}{3}$ a partir de si, e depois $\frac{2}{3}$ a partir do objeto. Tanto para a estimativa proximal quanto para a distal faz-se 4 séries, duas ascendentes e duas descendentes, de onde se tirava uma média geral.

A tabela 9 sumaria estes resultados.

Distância em cm	40cm	80 cm	160 cm	320 cm	640 cm
2/3 real	26,66	53,33	106,66	213,33	426,66
Média do 2/3 proximal	27,0	53,86	107,12	213,02	420,87
Erro	+0,34	+0,53	+0,46	-0,31	-5,79
Erro %	+1,28	+0,99	+0,43	-0,15	-1,36
Média do 2/3 distal	24,84	51,67	105,46	213,16	438,13
Erro	-1,82	-1,66	-1,20	-0,17	+11,47
Erro %	-6,83	-3,11	-1,13	-0,08	+2,69

Medidas principais e resolução:

Semelhante ao exemplo anterior, calcula-se uma média geral entre as 4 séries, para cada distância e de modo particular a série proximal e para a série distal. Esse cálculo é feito somando os valores das séries ascendentes e descendentes e dividindo essa soma por 4.

Em seguida calcula-se o erro absoluto do erro relativo. O erro absoluto é a diferença entre a média julgada como $\frac{2}{3}$ e o $\frac{2}{3}$ físico. O erro em porcentagem é o erro absoluto dividido pelo $\frac{2}{3}$ real de cada distância e multiplicado por 100.

Na distância de 160cm, o valor do $\frac{2}{3}$ real é de 106,66cm. A média julgada como igual à $\frac{2}{3}$ proximal é de 107,12 e o erro absoluto é de +0,46 e o erro relativo é de +0,43. Acompanhando os erros o sinal + ou -, que indica se o $\frac{2}{3}$ julgada é superestimado em relação ao $\frac{2}{3}$ real do padrão. No nosso exemplo, verifica-se que a estimativa proximal é superestimada em 160cm e subestimada a série distal nessa mesma distância. Esses

resultados podem também ser colocados em gráficos, utilizando-se tanto as médias quanto os dois tipos de erros, seja absoluto ou relativo.

Esse método pode também ser aplicado em outras qualidades sensoriais, tal como na sensação de dor ou no odor do ácido sulfúrico.

A tabela 10 nos mostra o método de fracionamento aplicado à julgamento da relação entre concentração de açúcar e a sensação de doçura.

Concentrações de açúcar avaliáveis (comparativos)	Estímulos padrão	Concentração média julgada como metade
0,01		
0,02		
0,03		
0,04		
0,05	0,05	0,035
0,06	0,06	0,0375
0,07	0,07	0,04
0,08	0,08	0,0425
0,09	0,09	0,045
0,10	0,10	0,0525
0,11	0,11	0,0525
0,12	0,12	0,0575
0,13	0,13	0,06
0,14	0,14	0,065
0,15	0,15	0,075
0,16	0,16	

Algumas aplicações comuns do método de fracionamento:

Se considerarmos um experimento no qual o experimentador deseja determinar a relação entre a sensação subjetiva de doçura e a dimensão física de doçura como mensurada pela porcentagem de concentração de sacarose, tal determinação poderá ter implicações para bebidas sem álcool e bombons industriais, nos quais o L.D. para o sabor de doçura é de suma importância.

Entretanto, um grande número de estudos em que se tem empregado o método de fracionamento, são aqueles com o propósito de se determinar escalas subjetivas. Assim se tem encontrado unidade psicológica de intensidade de som, o veg refere-se ao peso percebido, o gust é uma unidade arbitrária de sabor, bril é usado brilho, o mel para os tons. Encontram-se também estudos com as unidades chamadas temp e numerosidade. Ultimamente. Ultimamente se tem procurado estudar a magnitude psicológica de distância e se denomina dist.

Para ilustrar esta aplicação do método de fracionamento na determinação de escalas subjetivas temos o estudo de S.S. Stevens, Volkman e Newman (1937) em que se usaram este método para examinar padrões de 125, 200, 300, 400, 700, 1000, 2000,

5000, 8000, e 12000 Hz. Se manteve constante o volume de cada som a 60db. A tarefa do sujeito foi ajuntar o estímulo comparativo de maneira que representava a metade do padrão. Com os dados se construiu uma escala psicológica de tons em mels. A escala de mels é uma escala psicológica que corresponde à escala física de freqüências. Tal como se usa a assinalação numérica de valores hertz como medida física de freqüência se usa a assinalação numérica de um valor mel como medida psicológica. No experimento de Stevens, Volkman e Newmann, se assinalou arbitrariamente o número de 1000 da escala mels ao som de 1000 hertz. Os números que estão na ordenada da figura, os mels, se relacionam entre si de acordo com sua magnitude subjetiva. Psicologicamente 2000 mels é em termos de tom duas vezes maior que 1000 mels, do mesmo modo que o som de 2000 hz é duas vezes maior que o som de 1000 hz na medida física de freqüência.

O modelo matemático que possibilita a transformação de medidas físicas em unidades psicológicas não trataremos neste manual por considerá-lo mais dentro da teoria da construção dos métodos e por envolver também um conhecimento mais profundo de matemática.

Em sua forma, o método de fracionamento tem algumas desvantagens: A dimensão do estímulo pode ser de tal natureza que os estímulos padrões podem ser apresentados e avaliados convenientemente pelo sujeito; o número de estímulos a serem avaliados devem ser pequenos para que o sujeito possa compará-los efetivamente; ainda um número suficiente de estímulos comparativos devem ser avaliáveis para permitir ao sujeito fazer discriminações acuradas.

Não obstante, algumas dessas desvantagens do básico método de fracionamento podem ser dominadas por um alternativo procedimento experimental. Se um grande número de estímulos comparativos de muitos estímulos padrões são requeridos, é possível separar os estímulos de dois ou mais grupos. Por exemplo, se deseja usar pesos variando de 1 grama de 100 até 200 gramas, o segundo de 150 até 250g, e o terceiro de 200 até 300 gramas. Esse procedimento reduz o número de comparações, as quais qualquer sujeito deve fazer. A partir de cada classe pode-se empregar um diferente grupo de sujeitos, e também o fato de que existe um peso que pertença à duas classes no mesmo tempo, permite ao experimentador verificar a consistência das mensurações determinando se o estímulo comparativo de 150 gramas recebeu o mesmo julgamento na primeira série como na Segunda.

Exercício proposto:

Tabela 11: Fracionamento de distâncias no campo aberto, com estimativas proximais.

Distância em metros	1/3 real	Tentativas				somatória	Erro	Erro%
		A	D	A	D			
1,60 m	0,53	0,53	0,54	0,54	0,53			
3,20	1,06	1,05	1,01	1,02	1,00			
6,40	2,13	1,94	1,88	1,96	1,87			
12,80	4,26	3,58	3,48	3,60	3,53			
25,60	8,53	6,97	7,17	7,34	7,29			
51,20	17,06	15,51	14,76	14,57	14,82			
102,40	34,13	30,44	32,57	31,40	32,30			

Questões

1. Calcular a distância julgada como $1/3$, para cada distância, para elaborar um gráfico para as médias;
2. Calcular o erro para cada distância e elaborar os respectivos gráficos.
3. Quais distâncias foram subestimadas e quais foram superestimadas.
4. O que se pode concluir a partir desses resultados?
5. Comparando o método de fracionamento com os outros métodos estudados, quais as diferenças e semelhanças?
6. Quais as desvantagens e vantagens deste método?

5. O método dos estímulos múltiplos

Este é um método que atualmente tem tido pouco uso na psicologia. O que caracteriza este método é que o sujeito é requerido a selecionar um estímulo o qual é um múltiplo do padrão, isto é, duas vezes maior ou 5 vezes maior. Este método é uma extensão, ou inversão, do método de fracionamento, pois enquanto todo fracionamento requer que o sujeito fracione o padrão, o método de estímulos múltiplos pede ao sujeito primeiramente observar o padrão, e em seguida multiplicar este padrão. Por esta razão, os dois métodos podem ser usados, de maneira de um checar o outro, pois o estímulo o qual é julgado sendo 4 vezes o padrão no método do estímulo múltiplo, deverá ser julgado $1/4$ do estímulo comparativo no método de fracionamento.

Neste método, também se pode usar as duas variantes já colocadas no método de fracionamento. Na primeira variante, pede-se ao sujeito escolher um em vários estímulos comparativos o qual seja, duas vezes, três vezes, ou qualquer múltiplo pedido do estímulo padrão. Por outro lado, na Segunda variante, a tarefa do sujeito é julgar quando uma distância demarcada pelo experimentador parece ser igual ao múltiplo pedido.

A tabela 12 nos mostra os dados de um experimento em que o odor do ácido hidrossulfúrico foi julgado. Os dados são apresentados em termos de médias e em termos de julgamentos de duas vezes o padrão e quatro vezes o padrão. Neste estudo o experimentador segue o procedimento de apresentar os estímulos em ordem randômica, e cada estímulo pode ser apresentado várias vezes a fim de assegurar uma variabilidade. Por outro lado, como já foi enfatizado, quando se trabalha com estímulos desta natureza deve-se ter o cuidado máximo na apresentação destes estímulos a fim de evitar a adaptação dos sujeitos aos mesmos, e a fim de evitar também que a apresentação de um estímulo precedente não influencie o julgamento do estímulo que vem a seguir.

Tabela 12: O método dos estímulos múltiplos usado para medir julgamentos do odor do ácido hidrosulfúrico.

Concentração de ácido hidrosulfúrico avaliáveis	Estímulos apresentados	Média de julgamentos 4 vezes o padrão	Média de julgamentos 2 vezes o padrão
0,02	0,02	0,075	0,035
0,04	0,04	0,15	0,075
0,06	0,06	0,265	0,125
0,08	0,08	0,375	0,175
0,10			
0,12			
0,14			
0,16			
0,18			
0,20			
0,22			
0,24			
0,26			
0,28			
0,30			
0,32			
0,34			
0,36			
0,38			
0,40			

Este exemplo ilustra a primeira variante de apresentação de estímulos, ou seja, através da apresentação de estímulos, ou seja, através da apresentação de vários estímulos comparativos.

Os resultados deste estudo também podem, semelhante ao método de fracionamento, serem analisados em termos de sub e superestimação, em relação ao padrão, podendo ainda serem calculados além da média ou mediana, os erros absolutos e os erros relativos (erro em porcentagem).

Para ilustrar a Segunda variante deste método são apresentados na tabela 13 os resultados de um estudo em que usou este método para propósito de se estabelecer uma curva de sensibilidade subjetiva para distâncias.

Tabela 13: O método de estímulos múltiplos usados para medir julgamentos de uma distância padrão de 1m no laboratório.

Fator multiplicativo	Multiplo objetivo	Asc	Desc	Asc	Desc	Soma	Mediana	Erro
2	2	2.08	2.23	2.02	2.09	8.42	2.11	+0.11
3	3	3.00	3.40	3.01	3.23	12.64	3.16	+0.16
4	4	4.60	4.56	3.83	4.50	17.49	4.37	+0.37
5	5	5.68	6.07	5.50	5.71	22.96	5.74	
6	6	6.68	7.15	6.25	6.95	27.03	6.76	
7	7	8.50	8.44	8.53	8.16	33.63	8.41	+1.41
8	8	8.77	8.99	8.70	8.89	35.35	8.84	+1.94
9	9	10.50	10.72	10.35	10.32	41.89	10.47	+1.47

Nesse procedimento o sujeito é instruído a mandar para o experimentador numa distância tal que corresponda ao múltiplo pedido. O experimentador demarca com duas estacas horizontais a distância a ser multiplicada. Em seguida movimenta uma outra estaca, também horizontalmente, ora de maneira descendente, até onde o sujeito achar que a distância está multiplicada, ou seja, a aliada segundo o múltiplo pedido. Neste exemplo, cada múltiplo é avaliado 4 vezes, duas ascendentes e duas descendentes (como no método do erro médio) e de maneira aleatória.

As principais medidas, semelhante ao método de fracionamento, são as médias ou medianas, os erros absolutos e erros relativos para cada múltiplo. Também de maneira semelhante podem ser construídos gráficos em que se coloca na abcissa o múltiplo objetivo estímulo padrão, e na ordenada coloca-se os julgamentos, seja em média, erro absoluto ou erro de porcentagem. Os resultados desse método são analisados em termos de subestimação e superestimação em relação ao múltiplo objetivo.

Finalmente estes dois métodos , seja o de fracionamento, seja o de estímulos múltiplos podem ser usados em um mesmo estudo, para um mesmo sujeito, visto que são complementares. No entanto precisamos Ter um grande uso destes métodos em mais áreas de observação para podermos decidir, ou tomar uma posição de qual dos dois é mais útil, ou mesmo com respeito à sua validade e sua aplicabilidade.

6. O método das somas constantes

Este método é pouco estudado, e na literatura atual poucos são os autores que o tratam detalhadamente. Guilford (1954) salienta que é aparente que muitas pesquisas metodológicas necessitam da técnica do método das somas constantes. No entanto, sua aplicabilidade se vê restringida devido aos fundamentos matemáticos os quais são requisitos para utilizá-lo, principalmente em julgamentos de somas constantes com pares de estímulos ou mais de dois estímulos.

Semelhante ao método de fracionamento e estímulos múltiplos, ele requer que o observador dê informações sobre uma razão observada. Mais especificamente o observador nomeia a razão que ele pensa existir entre dois ou mais estímulos. Um exemplo típico é pedir ao sujeito dividir 100 pontos em dois grupos a e b, seja eles iguais ou diferentes. Se o observador afirma que o grupo a e b receberam 75 e 25 pontos respectivamente, então a razão de a para b é 3,0 e a razão de b para a é 0,33. Se, no entanto, o observador divide os 100 pontos em a, b, c, dando 20, 30, e 50 pontos, as razões são $a/b = 0,67$, $a/c = 0,40$, e $b/c = 0,60$. As razões recíprocas b/a , c/a e c/b serão iguais a 1,5 2,5 e 1,67 respectivamente.

Aplicando-se este método a percepção de distâncias em grandes espaços, podemos usar o seguinte procedimento. Apresenta-se ao sujeito duas distâncias colocadas e demarcadas verticalmente a seu plano frontal. Uma distância A de 100 m e uma B de 25 m, de uma maneira que o sujeito possa a razão existente entre elas, que no caso, $A/B = 100/25 = 4$, $B/C = 25/100 = 0,25$. Assim de maneira semelhante podem-se variar as distâncias sistematicamente, pedindo-se aos sujeitos estimarem a razão existentes entre elas. Os resultados desse método são analisados, também em termos de super e subestimação em relação a razão objetiva, visto que dependendo da razão dada uma da outra, ou ambas as dificuldades são superestimadas ou subestimadas.

7. Método de Estímulos singulares

Este método é encontrado na literatura muitas vezes com outras denominações tais como método de estímulos singulares , ou método de classificação (rating method). Conforme Guilford (1954) a operação essencial experimental nesse método é que o sujeito tem como tarefa classificar os estímulos em categorias, as quais diferem quantitativamente ao longo de um contínuo definido. Não obstante, o problema desse método é estimar os valores das categorias, ou seus limites, ao longo do contínuo psicológico e a partir desses valores de referência derivar mensurações de escalas de intervalos para os estímulos.

Fazendo um retrospecto dos métodos que já foram tratados nesse manual verificamos que a maior parte dos estudos citados se denominam psicofísicos na verdade aceção da palavra, isto é, se ocupam de escalas psicológicas de objetos que podem ser dispostos sobre um contínuo físico; assim podemos assinalar as relações entre sonos (psicológicos) e decibéis (físicos). O fato de que podemos especificar nossos objetos de estímulos em termos físicos resulta numa grande ajuda para estudar os vários tipos de erros constantes. Por outro lado podemos construir perfeitamente boas escalas psicológicas mesmo quando não existe um conveniente contínuo físico sobre o qual podemos dispor os objetos de estímulo como indicamos acima. Segundo Woodworth e Schlosterg (1954) estas escalas se chamam freqüentemente escalas psicométricas. Um exemplo, e talvez o mais familiar, deste tipo é a escala de classificação.

Candland (1963) coloca que o método, ou melhor, a denominação “método de categorias sucessivas” é um termo geral para uma variedade de técnicas similares, uma das quais comumente usada para problemas escalares é o método de classificação. Para este autor a popularidade deste método, juntamente com o de ordenação (ranking) e o de comparação aos pares reside no fato de que sem dúvida eles são fáceis de aplicar e podem ser usados para uma grande variedade de problemas escalares, além disto são fáceis de computar e interpretar e a tarefa requerida do sujeito é e geral muito simples e fácil de explicar.

Variações desse método geral são usados para escalar um número de diferentes espécies de estímulos. Embora a técnica possa ser aplicada a análises de estímulos físicos, ela é mais freqüentemente usada para escalar contínuos nas quais as dimensões são menos claramente definidas. Por exemplo, o mais feliz, o mais alegre, o mais bonito o mais justo, portanto julgamentos estéticos, óticos e opcionais são menos claramente definidos do que graus de intensidade de brilho ou de som.

De certa maneira o método de categorias sucessivas força o sujeito a definir o que ele quer significar pelos estímulos e pelas categorias. Por esta razão este método pode ser usado como uma técnica pela qual os sujeitos nos fornecem definições para os estímulos e para as categorias sem que eles sejam informados que sua tarefa uma de definição.

Exemplo Ilustrativo.

Descrição do exemplo - Um dos problemas básicos da psicologia tem sido a formulação de definições para as chamadas reações emocionais. Para isto expressões faciais tem sido usadas como exemplo de reações emocionais, tais como medo, temor, amor, alegria, tristeza, ódio etc. Usa-se o método de categorias sucessivas para que os sujeitos escalem em categorias marcadas as expressões faciais.

Apresentamos aos sujeitos 10 fotografias de expressões faciais com diversas reações emocionais e pedimos que as classifiquem nas seguintes categorias:

- A - completamente alegre
- B - muito alegre, mas não completamente
- C - levemente alegre
- D - nem alegre nem triste
- E - levemente triste
- F - muito triste, mas não completamente
- G - completamente triste

O experimentador apresenta, portanto, a cada sujeito, cada uma dessas dez fotografias com expressões faciais e a tarefa do sujeito é assinalar para cada uma das categorias precedentes. Deve ser salientado que nesse método a amostra de sujeitos deve ser representativa de uma população e tirada aleatoriamente para que possamos generalizar os dados para outros grupos além daqueles usados na amostra experimental.

A Tabela 14 mostra-nos um quadro acumulativo dos dados brutos de 20 sujeitos usando o método de categorias sucessivas na classificação de 10 fotografias com expressões faciais sobre sete categorias indicadas por A,B,C, etc.

Tabela 14: Quadro acumulativo dos resultados de 10 fotografias de expressões faciais diferentes sobre 7 categorias indo de alegre para triste por 20 sujeitos usando o método de categorias sucessivas.

Expressões faciais	Categorias						
	A	B	C	D	E	F	G
1	4	5	4	3	2	2	0
2	8	4	3	3	1	1	0
3	2	8	6	0	0	2	2
4	0	12	6	0	1	1	0
5	0	7	7	6	0	0	0
6	3	3	2	3	3	3	3
7	1	0	0	9	3	5	2
8	1	0	1	1	7	8	2
9	0	0	0	6	8	3	3
10	0	0	1	0	0	5	5

Portanto, a tarefa do sujeito é classificar os estímulos em categorias e no exemplo da tabela 14 foram apresentados aos sujeitos 10 estímulos, fotografias de expressões faciais mostrando diversas reações emocionais. Aqui o sujeito deve classificar os estímulos em sete categorias como indicadas acima. Nota-se, no entanto que não está especificada a magnitude da diferença entre as categorias, de modo que somente se sabe que uma categoria tem mais, ou menos, da qualidade do que uma outra. Portanto o método de classificação produz dados ordinais.

Cada um dos 20 sujeitos que se submeteram a este experimento tomou os 10 estímulos e os colocou nas 7 categorias de acordo com sua percepção das reações emocionais manifestadas pelas expressões faciais. Por exemplo, 4 sujeitos julgaram que a fotografia 1 manifesta completa alegria, enquanto somente 1 sujeito julgou que a fotografia 7 manifesta completa alegria. Portanto o corpo da tabela é um quadro acumulativo de resultados brutos.

Principal medida. A principal medida nesse método é feita através de proporções acumulativas que conseqüentemente nos mostram a quantidade de dispersão, para isto veja tab.15.

Tabela 15: Quadro de proporção acumuladas sobre os resultados da Tabela 14.

Expressões faciais	Categorias						
	A	B	C	D	E	F	G
1	0.20	0.45	0.65	0.80	0.90	1.00	1.00
2	0.40	0.60	0.75	0.90	0.95	1.00	1.00
3	0.10	0.50	0.80	0.80	0.80	0.90	1.00
4	0.00	0.60	0.90	0.90	0.95	1.00	1.00
5	0.00	0.35	0.70	1.00	1.00	1.00	1.00
6	0.15	0.30	0.40	0.55	0.70	0.85	1.00
7	0.05	0.05	0.50	0.50	0.65	0.90	1.00
8	0.05	0.05	0.10	0.15	0.50	0.90	1.00
9	0.00	0.00	0.00	0.30	0.70	0.85	1.00
10	0.00	0.00	0.05	0.05	0.05	0.75	1.00

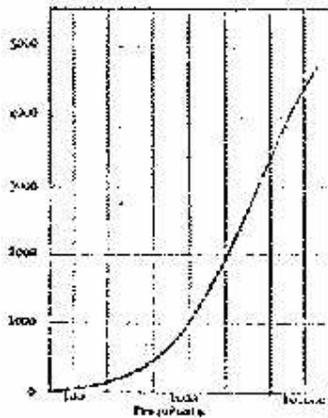
No exemplo acima as proporções acumulativas são derivadas da multiplicação de cada número por 5 (pois $N=20$, portanto $n \times 5 = 100$) e dividindo o resultado por 100 para convertê-lo em proporções expressas em decimais com a unidade igual a 1,00. Depois cada proporção seguinte é somada com seu antecedente fazendo-se assim a soma acumulativa de esquerda para direita. Por exemplo, o 0,20 da 1a categoria (A) correspondente à 1 a fotografia se obteve multiplicando o número 4 por 5. Depois este número foi dividido por 100 para convertê-lo em proporção, senão seria uma porcentagem.

Vale dizer que se multiplica por 5, no exemplo acima, pois estabelecemos a equação:

$20 \times A = 100 \Rightarrow A = 100/20 = 5$, que é o número multiplicativo, onde N é o número de sujeitos e 1.00 é a proporção máxima.

Obteve-se o número da categoria B referente à primeira fotografia multiplicando 5 x 5, depois dividindo por 100 e em seguida se soma este resultado (0,25) à proporção anterior da categoria A, obtendo-se assim a proporção acumulativa das duas categorias: 0,45, que é então colocada na coluna 2, na frente da fotografia 1. Para as outras categoria deve-se seguir o mesmo procedimento, calculando-se sempre a proporção relativa à categoria e somando-se com a quantidade proporcional colocada na categoria anterior.

Os dados da Tabela 15 podem ser projetados numa figura, na qual colocamos as categorias ao longo da abcissa e as proporções acumuladas ao longo da ordenada, como mostra a figura.



A inclinação da função para cada expressão é indicativa da variação de categorias nas quais é colocada uma expressão. Se não há variação a proporção acumulada logo atinge a proporção acumulada de 1,00 numa categoria. Se, no entanto, tiver discrepância máxima nas avaliações a função será linear e atingirá 1,00 na última categoria. Observando-se a figura nota-se que a expressão 6 é quase linear, implicando uma dispersão máxima nessa avaliação. Podemos assim dizer que a fotografia com a expressão 2 pode ser caracterizada mais similar ao “completamente alegre” enquanto a fotografia 4 é “muito, mas não completamente alegre”.

Algumas aplicações práticas e avaliação do método.

A presente escala de classificação tem sido usada de um modo intermitente para distintos propósitos na Psicologia experimental, pois a maioria das pessoas sentem-se muito mais familiarizados com as escalas de classificação para a descrição e valorização de características pessoais. O método é usado na escola primária para avaliar alunos conforme seu desempenho, e também se emprega amplamente na indústria, nas forças armadas e em qualquer lugar onde se necessita qualquer descrição numérica simples das pessoas.

Estas escalas são muito populares em seleção de empregados e de estudantes. Para uma boa concordância a “carta de recomendação” tem sido recolocada em escalas de classificação nas quais se pede à pessoa que recomenda para indicar num lugar apropriado numa escala correspondente algumas qualidades da pessoa que está sendo classificada. Refinamento de tal técnica inclui a pergunta a esta pessoa para determinar o percentil no qual a inteligência da pessoa que está sendo classificada pode cair. As vantagens gerais de tais técnicas são que as recomendações a partir de uma variedade de pessoas podem ser comparadas em um contínuo similar, o autor do modelo da carta de recomendação ou a empresa que solicita a recomendação pode ter certos proveitos da informação que é de interesse particular para ele ou para a empresa e ainda a tarefa da pessoa que recomenda fica simplificada. As desvantagens são que a pessoa que recomenda pode não oferecer informações não solicitadas pelo autor do modelo de recomendação, e ainda, pelo mero fato de que a mesma escala é usada por muitas

peças que recomendam não assegura ao autor da carta que os julgamentos sejam equivalentes.

Uma outra aplicação bem geral dessa técnica, que é muito utilizada dentro da psicologia social, seja em estudos de formação de impressão ou para avaliar o significado emocional de certas palavras, é o referente ao diferencial semântico. O diferencial semântico é uma técnica que permite escalar o significado das palavras. Por exemplo, avaliar o significado da palavra MÃE em dois contínuos, tais como:

afetuosa _____ X _____ grosseira

quente X _____ fria

Finalmente esse método é muito usado visto que a interpretação dos resultados é simples e, além disso, tais interpretações são úteis. Nesse método podemos salientar os seguintes pontos: (1) O método requer que se coloquem os estímulos em categorias. (2) A classificação fornece uma escala ordinal. (3) Para analisar os dados se usa as proporções acumulativas. (4) A figura destas proporções acumuladas fornece um quadro de dispersão das colocações feitas pelos sujeitos em cada estímulo.

Exercício Resolvido:

Os dados da tabela 16 representam os resultados obtidos com 10 sujeitos. Cada sujeito observou os estímulos e os colocou em categorias de acordo com sua percepção da qualidade especificada em particular relativo à confortabilidade dos carros.

Tabela 16: Classificação dos estímulos carros, segundo a dimensão confortável - desconfortável.

Estímulos	categorias				
	1	2	3	4	5
Corcel	4	5	1	0	0
Chevette	2	2	2	2	2
Belina	2	1	4	2	1
Opala	7	2	1	0	0
Brasília	0	0	0	1	9

- 1 - Muito confortável
- 2 - Levemente confortável
- 3 - Nem confortável, nem desconfortável
- 4 - Levemente desconfortável
- 5 - Muito desconfortável

Verifica-se nesta tabela que foram apresentados aos sujeitos 5 estímulos (carros) para elaborar a escala, segundo a dimensão muito confortável até muito desconfortável. O sujeito deve classificar os estímulos em cinco categorias segundo esta dimensão. Nesse exercício, por exemplo, os sujeitos julgaram que o Corcel é muito confortável, e apenas 2 sujeitos julgaram o Chevette como muito confortável.

Para calcularmos as proporções acumuladas a qual é a principal medida deste método, necessitamos primeiramente calcular as proporções relativas à cada estímulo para cada

categoria. Estas proporções nos vai dar uma idéia clara da dispersão ou variabilidade das colocações de cada carro nas diferentes categorias. A tabela 17 abaixo nos mostra estas proporções acumuladas.

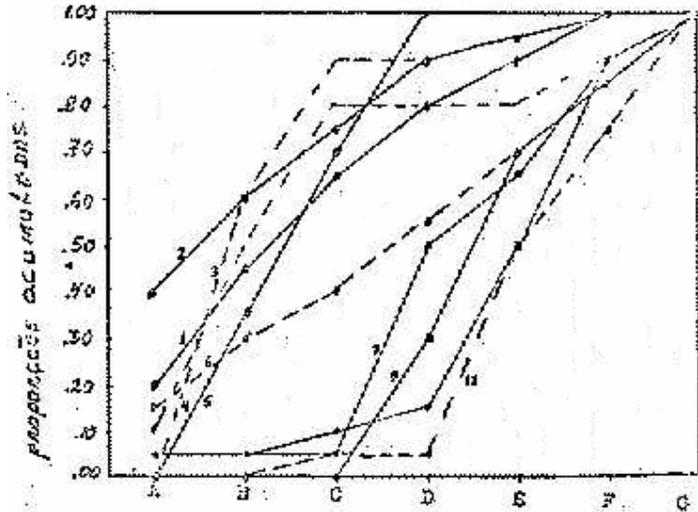
Estímulos	categorias				
	1	2	3	4	5
Corcel	0.40	0.90	1.00	1.00	1.00
Chevette	0.20	0.40	0.60	0.80	1.00
Belina	0.20	0.30	0.70	0.90	1.00
Opala	0.70	0.90	1.00	1.00	1.00
Brasília	0.00	0.00	0.00	0.10	1.00

Estas proporções acumuladas são obtidas multiplicando-se cada número da tabela 17 por 10 (visto que $n=10$, então $n \times 10 = 100$, conseqüentemente o fator multiplicativo dessa equação é 10 para satisfazer a igualdade e dividindo o resultado por 100 para convertê-lo em decimais. Depois se somam as proporções de cada categoria da esquerda para a direita. Por exemplo, o 0,40 da primeira categoria corresponde ao estímulo corcel, se obteve multiplicando o número 4 que é o número de colocações nesta categoria, por 10 em seguida divide-se por 100 para converter esse número em decimal.

Obeve-se o número da categoria 2 referente ao estímulo corcel multiplicando 5 por 10 e depois dividindo por 100. Depois se somou esta quantidade, 0,50 à categoria anterior 1 que é 0,40. Para obter a proporção acumulada das suas primeiras categorias. A quantidade que representa a soma destas duas proporções é 0,90 a qual é colocada na coluna 2, na frente do estímulo corcel.

Deve-se ter o cuidado para o fator multiplicativo para se encontrar as proporções acumuladas, visto que $n \cdot a = 100$ é uma equação que depende do número de sujeitos. O fator multiplicativo sempre será $A = 100/n$. Este fator então depende sempre do número de sujeitos, visto que o número 100 é constante, pois é a proporção máxima.

Encontrando-se, assim, todas as proporções para todos os estímulos relativos a cada categoria, podemos traçar a Figura 7. Colocamos a categoria na abscissa, contra as proporções acumuladas na ordenada.



na tabela 18 já temos os resultados obtidos por uma indústria que realiza pesquisa no sentido de saber o julgamento estético referente a dimensão bonito-feio de embalagens de chocolates. Foram usadas apenas cinco categorias, isto pelo fato da pesquisa ser realizada em campo.

As categorias eram as seguintes:

1. Muito bonita
2. Razoavelmente bonita
3. Nem muito bonita, nem muito feia
4. Razoavelmente feia
5. Muito feia

Tabela 18: Classificação dos estímulos embalagens dos diversos tipos de chocolates, segundo a dimensão bonita feia.

Estímulos Embalagens	categorias				
	1	2	3	4	5
Lacta	11	12	3	2	2
Diamante negro	17	8	2	2	1
Prestígio	0	4	16	5	5
Sonho de Valsa	6	5	7	6	6
Choquito	0	0	6	7	17

Questões:

1. Calcule as proporções acumuladas e faça o gráfico representativo.
2. Faça uma análise da curva de cada estímulo.

3. O que diferencia esta técnica daquelas já vistas anteriormente?
4. Enumere algumas utilidades deste método na indústria, seja para a apresentação de produtos, seja para a seleção de candidatos.
5. Qual a diferença entre escalas psicofísicas e escalas psicométricas?

8. O método de ordenação (Ranking, Rank Order)

O segundo método psicométrico para a elaboração de escalas que iremos tratar agora é o método de ordenação. Este método se assemelha ao de classificação haja visto que também se pede ao sujeito para que coloque os estímulos em categorias. No entanto a característica básica do método de ordenação é que se pede ao sujeito de colocar um, e apenas um dos estímulos a disposição em cada ordem. Além disto, contínuo, categoria ou série de ordens é definido por algum termo como o melhor ou o mais brilhante ou o mais bonito, de tal maneira que o indivíduo deve ser instruído para selecionar o estímulo mais bonito para a primeira categoria, o segundo mais bonito para a Segunda categoria e assim por diante, até que o estímulo menos bonito seja colocado na última categoria.

Assim no método de ordenação o sujeito deve colocar os estímulos ao longo de um contínuo de maneira que um estímulo fique em primeiro lugar, outro em segundo, e assim sucessivamente. O experimentador fornece o contínuo sobre o qual os sujeitos ordenam os estímulos, o sujeito pode colocar um estímulo em cada categoria. Isto quer dizer, se pede para dar o primeiro lugar somente a um estímulo, o segundo ao outro e assim por diante.

Na ordenação, portanto, tal como no método de categorias sucessivas se pede ao sujeito de colocar cada estímulo numa categoria e pode ter mais de um dentro de uma categoria, mas na ordenação apenas um estímulo deve ser colocado em cada categoria. Entretanto, como a tarefa do sujeito é julgar qual o estímulo tem, mas da qualidade que se está julgando sem dar a magnitude da diferença, a ordenação produz uma escala ordinal.

As semelhanças entre os dois métodos, o de classificação e o ordenação são apenas superficiais, para o uso de categorias definidas ou um contínuo definido há apenas uma semelhança em operação. De fato, em termos de técnica o método de ordenação é similar ao método de comparação aos pares que iremos tratar logo em seguida uma vez que ambos esses métodos o sujeito está supostamente comparando cada estímulo com outro estímulo da série. A diferença é meramente que no método de ordenação todos os estímulos estão presentes simultaneamente enquanto no de comparação aos pares eles são apresentados dois a dois.

Devemos salientar, entretanto, que o método de ordenação diferente do das categorias sucessivas ou comparação aos pares força o sujeito a ser consistente. Isto por que ele não deve assinalar o mesmo valor para mais que um estímulo. Em alguns planos experimentais, deve-se forçar o sujeito a escolher quando dois estímulos parecem iguais com respeito a dimensão em consideração. Em muitos outros planos, no entanto, o método de ordenação resulta em prejuízo na precisão de mensuração, visto que o sujeito deve desempenhar operações características das escalas ordinais. Isto é, sua tarefa é indicar se um estímulo tem mais ou menos da qualidade sendo escalada, ele não está sendo solicitado para indicar a quantidade dessa diferença.

Exemplo ilustrativo

Descrição do exemplo. Suponhamos que as 10 expressões faciais do método de classificação que vimos anteriormente sejam agora ordenadas em vez de classificadas. Ao sujeito é apresentada uma série de estímulos e pede-se a ele ordená-los com a expressão mais alegre em primeiro lugar e a expressão menos alegre em último lugar. Nota-se que usamos o termo alegre para o contínuo todo chamando a ordem mais baixa da escala menos alegre em vez de triste. Quando ambos alegre e triste são usados como

extremos estamos falando do método de categorias sucessivas (classificação) e supomos que existe um ponto neutro apresentado por uma categoria a qual é nem alegre nem triste. Entretanto, quando um contínuo simples é usado, tal como no método de ordenação, supomos que o sujeito está avaliando a quantidade de um contínuo simples, ou seja, a quantidade de alegria e que o mesmo a menor ordem da escala tem algo dessa qualidade. A tabela 19 mostra-nos as freqüências com que cada uma das 10 folhas de expressões faciais, descritas no método de classificação foram ordenadas por 20 sujeitos. Deve lembrar-se que ordem 1 é definida como a expressão que mostra mais alegria, ou seja, o mais alegre.

Tabela 19: Quadro acumulativo da ordenação de 10 fotografias com expressões faciais por 20 sujeitos na qualidade de alegria. Os números do quadro se referem ao numero arbitrário que foi dado à fotografia pelo experimentador antes do experimento.

Sujeitos	Expressões									
	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	8º	9º	10º
1	6	2	7	4	1	3	5	9	8	10
2	4	1	3	8	5	2	10	6	9	7
3	1	8	9	2	4	3	5	6	7	10
4	9	1	8	7	3	4	5	2	6	10
5	4	9	2	3	1	8	7	5	10	6
6	5	1	3	2	4	6	9	7	10	8
7	2	3	6	4	1	5	7	8	10	9
8	1	7	2	3	4	8	6	9	5	10
9	2	3	6	8	4	7	5	1	10	9
10	5	1	7	4	3	8	9	6	2	10
11	8	3	4	6	2	9	7	1	10	5
12	2	1	3	5	6	9	8	10	7	4
13	1	4	2	3	8	7	10	9	6	5
14	4	9	8	6	2	3	1	7	5	10
15	6	1	7	10	4	2	9	5	8	3
16	6	5	4	7	2	1	8	3	9	10
17	1	5	2	4	3	9	6	8	7	10
18	3	5	4	7	2	1	5	9	6	10
19	1	2	6	8	3	5	4	7	10	9
20	1	8	4	3	2	5	9	6	10	7
X	3.60		4.85		3.20		6.75		7.75	
		3.95		5.20		5.25		6.20		8.10

Ordenação final: 1º - 5 ; 2º - 1 ; 3º - 2 ; 4º - 3 ; 5º - 4

6º - 6 ; 7º - 8 ; 8º - 7 ; 9º - 9 ; 10º - 10

Nesse exemplo de tabela os sujeitos tiveram que ordenar as fotografias de expressões faciais de acordo com o contínuo especificado. Pediu-se ao sujeito atribuir o número 1º (ordem 1) à menos alegre. Deve-se dar, portanto às fotografias de expressões faciais restantes um dos números que estão entre 1 e 10 de acordo com seu julgamento a respeito de cada expressão facial. Voltamos a frisar que neste exemplo cada expressão facial é ordenada dentro de um contínuo de mais alegre menos alegre colocando-se somente uma expressão facial em cada categoria.

O sujeito 1, por exemplo, deu à fotografia da expressão facial 5 é por ele julgada como mais alegre. Continuando a descrição vemos que para o sujeito 5 a expressão facial 9 é julgada como menos alegre. De maneira semelhante podemos descrever a ordem de colocação das expressões faciais para cada sujeito em particular.

Medida principal e resolução

Como é verdade para todos os métodos escalares, existem muitos modos segundo os quais os dados podem ser analisados, dependendo das necessidades do experimentador e conseqüentemente do objetivo de seu estudo. Assim podemos, por exemplo, computar a média ou a mediana das ordens (postos). No exemplo calculamos a média de ordenação para os 20 sujeitos, visto que uma expressão facial raramente é julgada na mesma ordem pelos diferentes sujeitos.

A média, ou seja, o posto médio, é obtido somando-se todos os postos dados a cada expressão facial e dividindo a soma por 20 que é o número de sujeitos usados no nosso exemplo. O posto médio de 3,60 foi dado a fotografia 1, o posto médio de 6,75 foi dado à fotografia 7, etc. De acordo com estes postos médios podemos estabelecer a ordenação na seguinte:

ordem: 1º, 2º, 3º, 4º, 5º, 6º, 7º, 8º, 9º, 10º
Expressão facial: 5, 1, 2, 3, 4, 6, 8, 7, 9, 10

Em outras palavras a fotografia de expressão facial 5 é considerada na média a mais alegre do contínuo, e a fotografia de expressão facial 10 recebeu o posto mais baixo sobre o mesmo contínuo, sendo, portanto o mais alegre.

Por outro lado não iremos considerar aqui a discussão teórica sobre o uso de médias ou medianas, pois isto envolve uma discussão sobre os tipos de distribuição, seja retangular ou normal, e nem iremos considerar a possibilidade de se escalar as ordenações de maneira característica de escalas de intervalos, desde que um estímulo pode aparecer em mais de uma categoria.

O conceito de dispersão, tal como conhecido na estatística, é aplicável aqui, para isto devemos assumir que os julgadores dos estímulos tem ordenações ao redor da média de maneira que tais ordenações são normalmente distribuídas.

Candland (1968) coloca, em relação às medidas desse método, que muitas vezes é útil converter os escores brutos para alguma escala comum. Uma técnica que indica a quantidade de desvio a partir da média da amostra, consiste em converter os escores para escores z. A vantagem de se usar escores z segundo Candland é que os dados de diferentes procedimentos escalares e psicofísicos podem ser comparados mais fácil e mais significativamente do que quando se usam apenas escores brutos ou escores de escolhas. A fim de determinar o escore z, a média e o desvio padrão devem ser conhecidos. O escore z para qualquer escore bruto é determinado pela seguinte fórmula:

$$Z = (\text{escore bruto} - \text{média}) / \text{desvio padrão}$$

Se por exemplo, tivermos o escore bruto 50, a média 45 e o desvio padrão 10 temos:

$$Z = (50 - 45) / 10; \quad Z = 0,5$$

Nota-se que o z pode ser um número negativo se o escore bruto for menor do que a média. Neste caso um escore z de $-0,5$ indicará o mesmo desvio a partir da média como $0,5$, mas ao outro lado da média, pois os escores z são geralmente distribuídos entre $+2,96$ e $-2,96$.

Sabemos que nas escalas psicofísicas e escalares os valores de z são freqüentemente computados a partir da proporção (p) de respostas, isto será melhor ilustrado quando tratarmos do método de comparação aos pares. Em adição, Candland salienta que os dados de um experimento no qual se usou escalas de ordenação podem ser traduzidos para a técnica de comparação aos pares; por exemplo, se s_1 é julgado maior que s_2 , e se s_2 é julgado maior que s_3 , pode-se supor que 3 avaliações por comparação por pares tem sido feito, uma vez que o s_1 deverá ser julgado como maior que s_3 . Essa técnica supõe que o sujeito não contradiz suas escolhas. Entretanto preferimos utilizar neste método de comparação aos pares, devido principalmente à operação experimental requerida do sujeito.

Algumas aplicações práticas e avaliação do método

Esse método tem quase as mesmas aplicações práticas que o método de categorias sucessivas. Ele pode ser utilizado para ordenarmos preferências de produtos comerciais, tipos de embalagens, programas de televisão e é muito usado em enquetes de opinião pública a respeito da preferência de cantores, atores, etc., até para a gravidade de diversos tipos de crimes e os problemas relativo ao moral entre trabalhadores.

Esta técnica, assim como as outras, corre o risco de que quando se usa apenas um sujeito o experimentador nunca pode ter certeza que igual atenção é dada para todos os estímulos. Necessariamente, com estímulos tais como expressões faciais é claro que o sujeito deve ver um dos estímulos primeiro e é possível que a natureza deste estímulo afete o julgamento dos outros. O problema deve ser contrabalanceado pelo uso de tantos sujeitos quantos são estímulos, assim o experimentador pode apresentar a cada sujeito os estímulos em ordem diferente com a restrição de que cada estímulo deverá aparecer em cada posição quando todos os sujeitos tiverem sido testados.

A medida principal desse método, a média ou a mediana, é bastante simples e depende sempre da distribuição das freqüências, ou seja, das colocações dos sujeitos.

Podemos então sumarizar este método, salientando os seguintes pontos:

1. Este método é semelhante ao método de classificação e se pede ao sujeito que se coloque os estímulos em categorias.
2. Deve-se colocar um e apenas um estímulo em cada categoria.
3. Este método também produz uma escala ordinal.
4. A análise dos dados obtém-se através do posto médio de cada um dos estímulos.
5. É usado neste método um contínuo simples, ser usados os extremos do contínuo tal como no método de categorias sucessivas (classificação).

Um exemplo ilustrativo da importância prática desse método é relatado na literatura e é citado por Lenth e Wherry (1963). Devido a um problema de moral existente entre os trabalhadores da fábrica Metal Goods Manufacturing Company, Ltda na Índia, estes autores pediram aos trabalhadores que ordenassem 10 diferentes fatores e vantagens ligados ao cargo. O contínuo sobre o qual estes fatores foram ordenados foi a importância dos fatores, dando-se uma avaliação de 1 a o fator de menor importância e uma avaliação

de 10 ao fator de maior importância e uma avaliação de 10 ao fator de maior importância. Na tabela 20 estão apresentados os resultados conforme a avaliação em pontos do posto médio para cada fator. A tabela oferece também o posto de cada avaliação média (nota-se que os postos da última coluna estão invertidos, tendo se dado a ordem 1º ao fator de cargo mais importante).

Tabela 20: ordenação dos fatores de trabalho de acordo com a importância.

Fator	Avaliação média	ordem
Segurança no trabalho 1º	8,04	
Salário adequado	7,50	2º
Benefícios pessoais adequados	6,44	3º
Oportunidades de melhoramento	6,17	4º
Boas condições de trabalho	3,73	5º
Tipo adequado de trabalho	3,23	6º
Oportunidade de aumento salarial	3,04	7º
Horas de trabalho	2,41	9º
Oportunidade para aprender o trabalho 10º	2,28	

De Lenth e Wherry (1963) tabela 1 pag. 30

Exercício Resolvido:

Deve ser contratado um novo funcionário num departamento. Apresentam-se 5 candidatos. O chefe do departamento acha importante que todos os 10 membros do departamento ajudem nesta tarefa, entrevistando cada um dos 5 candidatos. Aplicando o método de Ranking ou Ordenação ele pede a cada um dos membros do departamento atribuir a cada um dos candidatos uma ordem de 1 a 5, sendo 1 o candidato que ele julga melhor e 5 o candidato que ele julga pior para o cargo. Os resultados são apresentados na tabela 21.

Tabela 21. Quadro geral de ordenação de candidatos a funcionário por 10 metros do departamento.

Candidatos	Membros do Departamento										Posto	médio
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
A	4	5	4	2	3	5	5	4	3	4	3.9	4º
B	3	4	1	5	5	1	2	1	5	5	3.2	3º
C	1	2	2	1	1	2	4	3	2	1	1.9	1º
D	2	1	3	3	2	3	1	2	1	3	2.1	2º
E	5	3	5	4	4	5	3	5	4	2	4.0	5º

O candidato C obteve um posto médio mais baixo, quer dizer foi colocado mais perto do 1º lugar enquanto o candidato E teve um posto médio mais alto e, portanto foi colocado mais perto do último lugar. Vê se ainda que a diferença entre C e D é relativamente pequena comparada, por exemplo, com a diferença entre D e E ou mesmo entre B e A. O ponto médio é simplesmente a média dos postos nos quais o candidato foi colocado pelos diversos julgadores. Para visualizar mais os resultados dos diversos julgamentos pode-se

fazer um gráfico tendo na abcissa as ordenações de 1 a 5, e na ordenada a freqüência dentro de cada ordem, fazendo-se a distinção entre os candidatos com linhas de feitiço ou de cores diferentes. No entanto este gráfico acrescenta pouco ou nada ao resultado final da ordenação, apenas indica melhor a distribuição das ordenações sobre os diversos candidatos.

Exercício proposto.

Um professor de literatura quer saber como seus alunos julgam os romancistas brasileiros e pediu então para uma amostra de 12 alunos do último ano do 2º ciclo colocar estes autores numa ordem de 1 a 5 sendo 1 a ordem atribuído ao escritor que achavam melhor e 5 ao escritor que achavam pior dentro deste grupo de escritores, os resultados foram os seguintes.

Tabela 22.

Alunos	Escritores				
	Érico Veríssimo	Guimarães Rosa	Jorge Amado	José Vasconcelos	Carlos Drummond de Andrade
1	2	1	3	5	4
2	1	2	4	5	3
3	3	1	2	4	5
4	3	2	1	4	5
5	4	3	2	5	1
6	2	1	3	4	4
7	1	2	4	3	5
8	1	3	5	4	2
9	3	2	1	5	4
10	2	1	4	3	5
11	3	1	2	5	4
12	2	1	3	4	5

QUESTÕES

1. Quais as principais diferenças entre esta escala e os métodos psicofísicos clássicos?
2. Porque esta escala é chamada escala psicométrica?
3. Imagine cinco situações nas quais esta escala poderia ser usada com vantagem sobre outros métodos.
4. Os métodos de classificação e de ordenação podem ser usados no mesmo experimento um completando o outro? Como, e qual seria a vantagem de usar esta combinação e não um método só?

9. Método de estímulos isolados

Este método tratado por Woodworth e Schlosberg juntamente com os métodos psicofísicos clássicos, possuem, no entanto todas as características dos métodos escalares e se parece particularmente com o método de classificação, pois os estímulos são distribuídos sobre categorias que vão progressivamente de um lado de um contínuo para outro. Também no tratamento dos dados parece-se com o método de classificação,

pois também usa a transformação em proporções. Porém o que este método visa especificamente é o estabelecimento de linhas divisoras ou limiares diferenciais entre as diversas categorias sobre o mesmo contínuo, e para isto transforma as proporções em notas médias Z que permitem traçar as retas divisoras.

Quando um sujeito é submetido a um experimento com o método de estímulos constantes ele compara em cada tentativa o SC com o SP, para a obtenção do L.D. No entanto, quando ele começa a ficar acostumado à amplitude dos SC's, cada um deles parece ser grande, pequeno ou médio num sentido quase absoluto (Martin & Muller, 1899). Se o SP fosse suprimido o indivíduo ainda poderia continuar usando com segurança estas categorias. O método dos estímulos isolados (Wever e Zenner, 1928; Volkman, 1932) também chamado método dos julgamentos absolutos, procura aproveitar destas "impressões absolutas" e economiza tempo deixando fora o SP.

O método funciona da seguinte forma: prepara-se uma série de, por exemplo, 5 estímulos que são apresentados numa ordem ao acaso, e o sujeito é instruído para classificá-los em certas categorias. No caso em se tratando de comparação de pesos as categorias poderiam ser: pesado, médio e leve. O experimentador pode aumentar o número de categorias acrescentando: muito pesado e muito leve e ainda talvez outras, ou ele pode limitar-se a apenas duas: pesado e leve, recusando julgamentos intermediários.

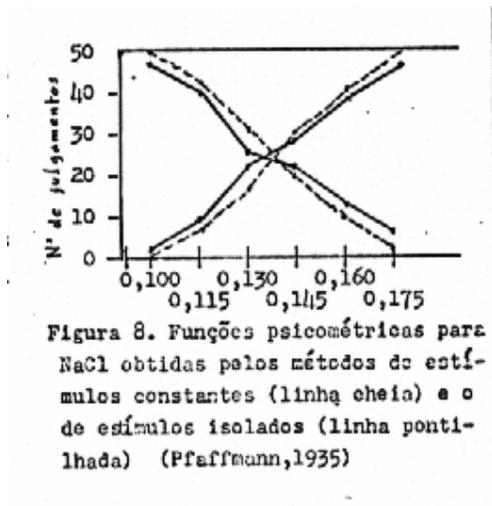
No método de estímulos isolados os dados podem ser tratados pelos mesmos cálculos que se usam no método de estímulos constantes. Os limiares entre categorias (+ e -, ou +, = - e -), sua média, Desvio Padrão ou erro provável ($\sigma = 0,6745$ DP ou $p = 75$), são determinados da mesma forma. Quando são permitidas apenas duas categorias (pesado e leve) se deve achar um só limiar como num experimento de duas categorias no método de estímulos constantes. Quando se permitem três categorias teremos dois limiares: um entre "pesado" e "não pesado" outro entre "leve" e "não - leve", enquanto o "não pesado" e o "não leve" formam juntos a categoria do meio.

Usando 4 categorias A,B,C, e D teremos limiares entre a não-A, entre D e não-D e no meio um limiar entre A/B e C+D (Rogers, 1941). Este último limiar no meio então é o valor do estímulo que dará 50% de respostas A ou B e 50% de respostas C ou D. Com qualquer número par de categorias o limiar intercategorial do meio pode ser chamado o ponto médio subjetivo da série de estímulos. Com um número ímpar de categorias o ponto médio subjetivo é o ponto médio da categoria do meio. Este conceito corresponde ao P.I.S. do método dos estímulos constantes.

Comparando com o ponto médio objetivo das séries de estímulos temos algo análogo com os estímulos constantes. Para o Limiar Diferencial o Erro provável da distribuição ($\sigma = 0.6745$ DP ou $p=0,75$) servirá quando somente 2 categorias tem sido usadas e qualquer número par de categorias pode ser reduzido a duas tratando a metade inferior delas como uma resposta "menos" e a metade superior como uma resposta "mais". Um número ímpar de categorias apresenta os problemas que encontramos com os julgamentos "iguais" no método de estímulos constantes com três categorias.

O que nos interessa para a finalidade geral da psicofísica é se o método de estímulos isolados consegue mostrar algo com mesma acuidade de discriminação como mostrado através dos métodos clássicos. Os resultados obtidos pelo método de estímulos isolados ou de julgamento absoluto têm mostrado uma precisão comparável com aquela obtida através do método de estímulos constantes (Wever e Zener, 1928; Fernberg, 1931; Pfaffman, 1935). Pode mesmo ser obtida uma discriminação mais exata através de uma

modificação que requer uma estimaco em unidades físicas como gramas, centímetros ou decibs (Bressler, 1933; Long, 1937), apesar de que o trabalho exige muito mais do sujeito. Os resultados podem ser tratados pelo método de estímulos constantes ou pelo método do erro médio, aqui o erro médio de estimaco. A comparabilidade dos resultados do método de estímulos isolados e do método de estímulos constantes  apresentado na Figura 8 mostrando o resultado de um experimento de Pfaffmann (1935), no qual os resultados do método de estímulo constantes e os do método de estímulos isolados foram comparados.



No experimento de Pfaffmann com solues de NaCl foram usados 6 SC's tanto no método de estímulos constantes como no método de estímulos isolados. No método de estímulos constantes foram usadas duas categorias e as linhas cheias mostram as funes para maior e para menor. No método de estímulos isolados pediu-se aos sujeitos de atribuir um número de 1 a 6 a cada estímulo sendo 1 o mais fraco e 6 o mais forte. Depois as respostas do método de estímulos isolados foram reduzidos a duas categorias combinando 1,2 e 3 versus 4,5 e 6 que ento foram colocados no grfico como linhas pontilhadas. O método de estímulos isolados apresenta para o sujeito curvas mais lisas e este método economizou bastante tempo porque requer apenas a metade de apresentaes de estímulos, uma vez que no h S.P. e ainda minimizou o efeito da adaptao que causa dificuldades nos experimentos de degustao.

Exemplo Ilustrativo

Segue aqui um exemplo com dados hipotéticos apresentado por Woodworth e que trata da comparao entre a inclinao de 5 linhas: uma linha com 18°, uma segunda com 24°, uma terceira com 30°, uma quarta com 36° e uma quinta com 42°.

A Instruo seria a seguinte: Vamos lhe mostrar linhas retas que diferem quanto a sua inclinao. Voc deve classificar estas linhas em 5 categorias, categoria 1  a mais inclinada e categoria 5 a menos inclinada. Depois de algumas tentativas voc ficar conhecendo a amplitude das inclinaes usadas neste experimento.

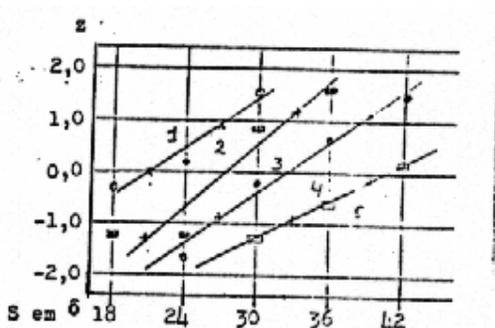


Figura 9. Dados de julgamentos de inclinação de linhas num gráfico S - z. As linhas de limiares são colocadas pelo uso de 2 pontos médios z indicados pelas cruces.

A Figura 9 mostra graficamente os resultados. As linhas inclinadas mostram os limiares intercategoriais determinados pelo uso de dois pontos médios Z. As áreas numeradas entre as linhas mostram onde e o quanto cada uma das 5 categorias foi usada pelo sujeito. Lá onde as linhas inclinadas cruzam a linha média horizontal (0,0) temos os limiares intercategoriais pela projeção deste ponto na abcissa. Lá onde eles cruzam as horizontais $Z = 1,00$ e $-1,00$ temos os valores de mais e menos 1 desvio padrão. Quanto menos inclinadas as linhas divisoras mais preciso e mais consistente é o uso das categorias pelo sujeito. Se os estímulos estivessem tão diferentes um do outro que o sujeito sempre poderia usar com segurança a categoria 1 para o S menos, a categoria 2 para o S seguinte, etc, então seus limiares intercategoriais teriam sido linhas verticais e o desvio padrão seria zero. Se, pelo contrário os estímulos estivessem tão semelhantes que sua distribuição pelas categorias é praticamente ao acaso as linhas se confundiriam colocando-se todas na horizontal sem apresentar limiar diferencial entre as categorias.

A tabela 24 mostra como os dados foram tratados. Para cada valor de estímulo as 20 respostas são contadas por categoria. Cada estímulo foi classificado 20 vezes e os números no primeiro quadro indicam as categorias nas quais os estímulos apresentados ao acaso foram classificados. No segundo quadro se mostram as freqüências de cada um dos estímulos em cada uma das categorias (1) (2) etc. Observa-se que a maior freqüência cai sempre na categoria adequada mesmo que há classificações nas outras categorias, por exemplo, o estímulo 30° foi classificado em todas as categorias. No terceiro quadro as freqüências são transformadas em proporções, sendo que são 20 tentativas, 20 é 1,00 e cada p. é obtida multiplicando a freqüência por 5 e dividindo depois por 100.

Tabela 24: Distribuição e tratamento dos resultados da classificação de linhas com 5 inclinações diferentes em 5 categorias pelo métodos de estímulos isolados (dados hipotéticos)

Estímulos		18º	24º	30º	36º	42º	
	f (1)	2	2	3	5	5	
Repostas depois de algumas tentativas preliminares	f (1)	2	2	4	3	4	Categorias
	f (1)	1	2	3	5	5	
	f (1)	2	1	4	4	5	
	f (1)	1	2	3	5	5	
	
		etc.	até	20	respostas		
		classificatórias					
Frequência por categoria:	f (1)	12	8	1	0	0	
	f (2)	6	10	3	1	0	
	f (3)	2	1	8	4	1	
	f (4)	0	1	6	9	7	
	f (5)	0	0	2	6	12	
	p (1)	0,60	0,40	0,05	0	0	
	p (2)	0,30	0,50	0,15	0,05	0	
	p (3)	0,10	0,05	0,40	0,20	0,05	
	p (4)	0	0,05	0,30	0,45	0,35	
	p (5)	0	0	0,10	0,30	0,60	
Valores de p acumulados	p (<2)	0,60	0,40	0,05	0	0	
	p (<3)	0,90	0,90	0,20	0,05	0	
	p (<4)	1,00	0,95	0,60	0,25	0,05	
	p (<5)	1,00	1,00	0,90	0,70	0,40	
	z (<2)	-0,25	+0,25	+1,64	0	0	
Conversão	z (<3)	-1,28	-1,28	+0,84	+1,64	0	
	z (<4)	(-2,6)	-1,64	-0,25	+0,67	+1,64	
p - z	z (<5)	(-2,6)	(-2,6)	-1,28	-0,52	+0,25	
Limiars entre categorias	1 - 2	M = 21,0		D.P. = 6,3			
	2 - 3	M = 27,1		D.P. = 4,8			
	3 - 4	M = 32,4		D.P. = 5,7			
	4 - 5	M = 40,1		D.P. = 7,8			

Cálculo dos limiars entre categorias e D.P.

1-2: $-0,25 = 0$ P.M.z = O correspondente a 21º

$+0,25$ P.M.z = 0,94 corresp. 27º

$+0,25 = +0,94$ $+1,64$

Mediana 21º, z: $+1,0 = 27,3$

D.P. = $27,3 - 21 = 6,3$

2-3: $-1,28 = -1,28$ P.M.z = -1,28 corresp. 21º

$-1,28$

$+0,84 = +1,24$ P.M.z = +1,24 corresp. 33º

$+1,64$

Mediana 27,1, z: $+1 = 31,9$; D.P. = $31,9 - 27,1 = 4,8$ etc.

No quarto quadro se apresentam os valores p acumulados. A acumulação é feita em cada coluna, e uma vez que se trata de linhas divisoras entre as categorias colocou-se em vez de $p(1)$ o $p(<2)$, pois o que interessa é a linha divisora entre 1a e 2a categoria e logicamente tudo abaixo de 2 engloba 1, assim também depois o que é maior que 5 ficará acima da linha 5. Em seguida os valores p já acumulados são convertidos em valores z através da tabela de conversão de p em z, porém todos os valores são inversos, ou melhor, dizer o sinal é inverso para todos os valores, portanto o positivo se torna negativo e vice-versa. Uma vez obtidos os pontos médios z calcula-se o valor médio observando bem a qual estímulo corresponde este valor médio, assim o estímulo que corresponde ao z médio de z -0,25 e +0,25 é o estímulo intermediário entre 18° e 24° portanto 21°.

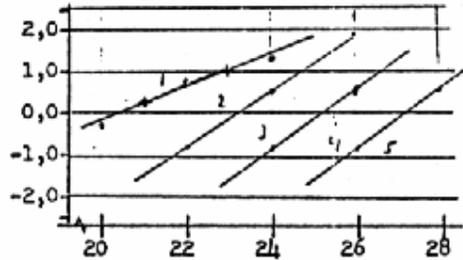
Colocando num gráfico os valores p do terceiro quadrado observa-se que não formam uma reta, a situação já melhora quando se usam os valores z. A linha melhor é traçada através dos dois pontos correspondente aos valores z médio. Quando o $p = 0$ ou 1,00 não temos valores z.

Exercício resolvido. Classificação de 5 figuras irregulares conforme sua superfície em 5 categorias.

Cm2		20	22	24	26	28
		1	2	3	3	5
		2	1	3	4	5
		1	2	3	4	5
		2	1	4	3	4
Repostas em 10 tentativas		2	2	1	4	5
		1	3	2	5	4
		2	2	3	5	4
		1	3	2	4	5
		1	2	4	3	5
		1	2	3	4	5
		20	22	24	26	28
	f (1)	6	2	1	0	0
	f (2)	4	5	2	0	0
Freqüência por categoria:		0	2	5	3	0
		0	0	2	5	3
		0	0	0	2	7
	p (1)	0,6	0,2	0,1	0	0
	p (2)	0,4	0,6	0,2	0	0
	p (3)	0	0,2	0,5	0,3	0
	p (4)	0	0	0,2	0,5	0,3
	p (5)	0	0	0	0,2	0,7
	p (<2)	0,6	0,2	0,1	0	0
Valores de p acumulados	p (<3)	1,0	0,8	0,3	0	0
	p (<4)	1,0	1,0	0,8	0,3	0
	p (<5)	1,0	1,0	1,0	0,8	0,3
	z (<2)	-0,25	+0,84	+1,28	0	0
Conversão	z (<3)	(-2,6)	-0,84	+0,152	0	0
	z (<4)	(-2,6)	(-2,6)	-0,84	+0,52	0
p - z						
	z (<5)	(-2,6)	(-2,6)	(-2,6)	-0,84	+0,52
	1 - 2	M = 20,5			D.P. = 2,3	
Limiares entre categorias	2 - 3	M = 23,2			D.P. = 1,4	
	3 - 4	M = 25,2			D.P. = 1,4	
	4 - 5	M = 27,2			D.P. = 1,4	

Somente para a primeira linha da conversão p-z precisou-se o cálculo do ponto z médio, nas outras três linhas isto não é necessário porque apenas tem 2 valores.

Gráfico 10 apresenta o resultado gráfico dos cálculos acima mostrado bem que as categorias estão bastante bem distintas.



Exercício proposto .

Classificação de pesos de 48 a 58 gramas em 6 categorias Resultados de 1 sujeito em 10 tentativas.

Pesos: em gr	48	50	52	54	56	58
	2	2	3	4	4	6
	1	2	2	3	5	5
	1	3	3	5	4	6
Classificações	2	1	4	3	5	6
	1	2	3	4	5	6
	2	1	4	3	6	5
	1	2	3	4	5	6
	48	50	52	54	56	58
	1	1	2	4	3	5
Classificações	3	2	4	4	5	6
	1	2	3	4	6	6

Calcular e fazer o gráfico.

QUESTÕES:

1. Em que este método difere dos métodos psicofísicos clássicos?
2. Quais as diferenças do método de estímulos isolados com o método de classificação?
3. Quais os problemas que poderiam ser mais adequadamente resolvidos pelo método de estímulos isolados?
4. Qual a vantagem deste método sobre os métodos de classificação e de ordenação?

10. Método de comparação aos pares

O terceiro método que iremos tratar neste manual relativo à elaboração de escalas é o método de comparação aos pares. Quando abordamos os dois métodos anteriores, citamos algumas características deste método, o qual é muito usado.

A característica básica do método de comparação aos pares é que o sujeito está presente com os pares de estímulos e é requerido para selecionar qual membro do par contém mais ou menos da qualidade sendo escalada. Como nos outros métodos um sujeito pode julgar um dado estímulo em várias ocasiões, ou muitos sujeitos podem julgar o mesmo estímulo, assim fornecendo uma medida de dispersão. Essa técnica permite-nos mais que uma simples afirmação de cada par e permite aparecer variação no final da avaliação. A quantidade de variação para um dado estímulo nos fornece informação adicional a respeito dos atributos deste estímulo.

Por outro lado, além de se comparar um estímulo com outro estímulo formando um par, temos que em algumas determinações, tais como levantamento de pesos ou fazendo finas discriminações físicas incluirá algumas tentativas no qual cada estímulo é apresentado com ele próprio (desconhecido para o sujeito naturalmente), para permitir avaliação da quantidade e locação da dispersão discriminial. Cada sujeito é testado individualmente. Os estímulos são arranjados em pares de tal modo que um estímulo em particular não apareça em sucessão e que cada estímulo apareça igualmente e freqüentemente na direita e na esquerda.

Se pode notar, neste ponto que o método de comparação aos pares é similar ao método psicofísico dos estímulos constantes, em que o sujeito é requerido a determinar se um estímulo é maior ou menor que um segundo estímulo.

Assim, a resposta do sujeito é ostensivamente um julgamento comparativo. O mesmo sujeito pode julgar todos os estímulos em pares um grande número de vezes em diferentes ocasiões, dando uma matriz ocasional, ou muitos sujeitos podem julgar todos os pares apenas uma vez, dando uma matriz individual. Em um ou outro caso, nós temos como resultado numérico o número e proporção de vezes que cada estímulo é julgado maior na escala que cada outro estímulo. Isto nos dá uma matriz proporcional P tal como é mostrada na tabela.

Tabela 27 - Plano geral da matriz proporcional mostrando a proporção de vezes em que cada estímulo no cabeçalho (linha) é julgado maior que cada um no lado (coluna).

	Sa	Sb	Sc...	Sj...	Sn
Sa	Pa>a	Pb>a	Pc>a...	Pj>a...	Pn>a
Sb	Pa>b	Pb>b	Pc>b...	Pj>b...	Pn>b
Sc	Pa>c	Pb>c	Pc>c	Pj>c	Pn>c
.
Sj	Pa>j	Pb>j	Pc>j	Pj>j	Pn>j
.
Sn	Pa>n	Pb>n	Pc>n	Pj>n	Pn>n

Como se verifica a tarefa do sujeito em qualquer momento se encontra simplificada ao máximo porque só tem dois estímulos ante ele; compara estes estímulos em certo aspecto (isto é, dimensão considerada), passa a outro par e assim sucessivamente, até que todos os estímulos tem sido julgados. Se cada um dos estímulos é colocado com

cada um dos outros, o número de pares é $n(n-1)/2$. Esta fórmula nos fornece conseqüentemente o número de pares que serão examinados, onde n é igual ao número de estímulos que serão examinados. Por exemplo, se temos 10 estímulos, usando-se a fórmula obtemos $10(10-1)/2$ que é igual a 45 pares; se temos 20 estímulos obtemos $20(20-1)/2$ que é igual a 190 pares. Alguns planos experimentais utilizam-se da subdivisão de uma grande série de estímulos em duas ou mais séries que se sobrepõem. Portanto, esta fórmula dá o número de pares que devem ser usados para que cada estímulo apareça pelo menos uma vez com cada uma dos outros estímulos.

Ao organizar os pares, o experimentador deve estar atento a todos os erros possíveis de tempo e espaço colocando cada estímulo como primeiro em alguns pares e como segundo em outros. Isto é chamado de contrabalanceamento da posição dos estímulos, e este contrabalanceamento ajudará a eliminar os efeitos de preferência de posição.

Exemplo Ilustrativo - Descrição do Exemplo:

O método de comparação em ambos os aspectos experimental e estatístico pode ser ilustrado por um simples exemplo de preferência de verduras (vegetais). Primeiramente oito vegetais (verduras) que são comumente usados na mesa brasileira foram selecionados. Os oito vegetais foram combinados em todos os pares possíveis. O número de pares para n estímulos é $n(n-1)/2$. Com $n=8$ estímulos há 28 pares. A seqüência de pares podem ser rearranjadas em um esquema, observando-se muitos objetivos. Cada verdura deve aparecer igualmente e freqüentemente na direita e na esquerda para controlar o erro de posição. A posição de um vegetal na esquerda e na direita deve ser alternada. Nenhum vegetal é dado em dois pares sucessivos. Esses objetivos são mais facilmente compreendidos quando n é um número par. A necessidade de instruções e a escolha de uma população deverá observar os requerimentos usuais para qualquer bom experimento.

No exemplo de comparação de vegetais apresentado na tabela 28, apresentam-se ao sujeito oito diferentes vegetais. A tarefa do sujeito consiste em escolher entre cada par o vegetal que prefere comer. Como a tarefa do sujeito é julgar em termos de mais ou menos e não em termos de magnitudes o tipo de escala numérica usada é original.

Na tabela 28, o 1 indica que o vegetal da coluna a esquerda que corresponde a este número é preferido ao vegetal cujo nome figura como cabeçalho da coluna na qual aparece este número, zero indica que o vegetal da coluna a esquerda não foi preferido.

Tabela 28 - Preferência por vegetais (verduras) verificadas através da comparação aos pares.

	Nabo	Rep.	Bet.	Cen.	Vag.	Alf.	Erv.	Asp.	C	p%	C'	p'%	Z
Nabo	-	1	1	0	1	1	0	0	4	57	4.5	56	+0.15
Repolho	0	-	1	0	1	1	0	0	3	43	3.5	44	-0.15
Beterraba	0	0	-	0	0	1	0	0	1	14	1.5	19	-0.88
Cenoura	1	1	1	-	1	1	0	1	6	86	6.5	81	+0.88
Vagem	0	0	1	0	-	1	0	0	2	29	2.5	31	-0.50
Alface	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0.5	6	-1.55
Ervilha	1	1	1	1	1	1	-	1	7	100	7.5	94	+1.55
Aspargos	1	1	1	0	1	1	0	-	5	71	5.5	69	+0.50

Comparando-se o vegetal repolho com o vegetal beterraba, vemos que o sujeito expressou preferência pelo vegetal repolho. O vegetal beterraba foi preferido somente em relação a um vegetal, que é o alface.

Principais medidas e Resolução:

A coluna indicada com C dá o número de vezes que se escolheu cada vegetal como preferido nos pares nos quais foi apresentado. O vegetal que o sujeito do exemplo da tabela 28 prefere comer, baseado na avaliação C é ervilhas. Por outro lado, o vegetal que menos gosta de comer, conforme a mesma avaliação C é o vegetal alface.

A coluna denominada p dá a porcentagem de casos nos quais se prefere cada vegetal em relação aos outros. Este valor é encontrado através da fórmula $[C/(n-1)] \times 100$, onde:

n= o número de estímulos

C= o número de vezes que se escolheu o estímulo como preferido.

Observando-se a tabela e aplicando-se esta fórmula vemos que o vegetal nabo foi preferido em 57% dos casos. Da mesma maneira o vegetal cenoura foi preferido em 86% e as ervilhas em 100% dos casos.

Apesar desta simplicidade o método de calcular apresenta um problema. Quando se calculam as porcentagens para os estímulos, cada um é comparado com os outros diferentes dele. Por exemplo, o nabo é comparado com todos os outros vegetais, mas não consigo mesmo. O mesmo ocorre com todos os outros estímulos, no caso vegetais. Por exemplo, os campos de comparação do vegetal nabo inclui o vegetal repolho, mas não o próprio nabo, enquanto o campo do repolho inclui o nabo, mas não o próprio repolho. Para corrigir isto, considera-se a comparação de cada estímulo consigo mesmo e se lhe dá um valor de 0,5. Isto significa que se atribui um valor de 0,5 da avaliação c para explicar a comparação de cada estímulo consigo mesmo, ganhando cada metade deste par igual 50%. No nosso exemplo verifica-se que a nova avaliação, indicada como na Tabela 28 é 4,5 para o vegetal nabo, e de 3,5 para beterraba e conseqüentemente se adiciona 0,5 à avaliação c' para todos os outros vegetais.

A avaliação p, conseqüentemente também é alterada e é denominada p' indicada na penúltima coluna da tabela 28. Esta avaliação p' é calculada a partir da avaliação c', da mesma maneira como se calcula a avaliação p, exceto que no denominador aparece n em vez de n-1, visto que agora comparam todos os estímulos inclusive consigo mesmos. Então a fórmula para p' é igual a $c' / n \times 100$. No nosso exemplo temos para o vegetal nabo a avaliação p' de 56%, para o vegetal aspargos p' igual a 69% e assim na tabela 28 temos as outras avaliações p' para todos os estímulos.

Finalmente estes valores p' podem ser convertidos legitimamente em valores z, utilizando-se a tabela do anexo 2. Esta operação é bastante fácil e envolve apenas procurar o valor de p no corpo da tabela e encontrar o respectivo valor dez. Assim temos na última coluna da tabela 28, para o vegetal nabo um z igual a +0,15 e para o vegetal repolho um z igual a -0,15. De maneira semelhante calcula-se o z para todos os outros estímulos. A importância dos valores z se resume no fato que pode se encontrar o valor de z para cada indivíduo e serem reduzidos a um termo médio para todo o grupo. Em última análise podemos projetar os valores p' dos vegetais usados no nosso exemplo num contínuo em intervalos iguais. Como apresentado na Figura 10.

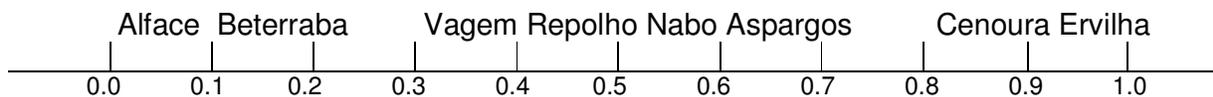


Figura 10. Os resultados de uma comparação por pares expressos em valores p' e colocados num contínuo de intervalos iguais.

Nesse contínuo se verifica que o vegetal alfaca foi o menos preferido e as ervilhas foram as mais preferidas. Além disto se vê melhor a localização dos diversos estímulos entre o contínuo e a distância que o separa.

Algumas aplicações práticas e avaliação do método

A aplicabilidade do método de comparação por pares é tão grande que nem todos os usos específicos podem ser referidos aqui. Em geral, ele pode ser aplicado todas as vezes que estímulos podem ser apresentados aos pares, ou simultaneamente ou em sucessão. Suas maiores aplicações atualmente tem sido na determinação de valores afetivos e de valores estáticos: cores, desenhos, figuras geométricas, intervalos musicais, preferências de nacionalidades, compositores e até psicólogos (1903), tem sido estímulos para este método. Opiniões sobre questões como proibições, atitudes perante guerra, religião e semelhantes podem ser tratados e avaliados pelo método de comparação aos pares, embora a boa manipulação desse material torna-se muitas vezes bastante grosseira. A aplicação para a avaliação de algumas características individuais de personalidade ou caráter ou para seus valores em relação a um certo padrão (empregador) parecem ser de grandes possibilidades. Ele pode substituir os menos acurados e menos válidos métodos de escalas de classificação, onde trabalhos experimentais ou práticas mais exatas precisam ser feitas. Os resultados podem muito bem servir como o critério de validade contra o qual pode ser verificado qualquer dos métodos menos acurados e menos fidedignos de avaliação de estímulos, de pessoas ou coisas, atributos ou opiniões, toda vez que os resultados destes métodos menos dignos de confiança são tirados em dúvida.

Por outro lado as vantagens deste método são que contem alguns controles que os outros métodos não possuem, tal como a técnica de contrabalanceamento.

A desvantagem básica do método é que ele se torna inadequado e incômodo quando se tem um número grande de estímulos. Embora existem várias técnicas para reduzir o número de comparações que necessitam ser feitas quando um grande número de estímulos são usados, mesmo com um pequeno número a técnica consome bastante tempo e pode causar um certo tédio na realização das comparações.

Exercício resolvido.

Uma das mais conhecidas aplicações do método de comparação por pares foi o estudo de Folgmann(1933) sobre a preferência de músicos de orquestras famosas a respeito de 19 compositores orquestrais. As orquestras eram as seguintes a Orquestra Sinfônica de Philadelphia com 95 músicos, a Sociedade Filarmônica de Nova York com 75 músicos, a Orquestra Sinfônica de Boston com 66 músicos e a Orquestra Sinfônica de Mineápolis com 75 músicos. Todos os músicos estavam devidamente familiarizados com todos os compositores da lista e com algumas de suas obras musicais. Com os 19 compositores

Bolgmann constituiu 190 pares, cada compositor apareceu emparelhado com todos os outros compositores do grupo, um por um.

A tabela 29 mostra os resultados desta aplicação do método de comparação aos pares. As orquestras foram indicadas por letras, sendo.

- A - Orquestra Sinfônica de Philadelphia.
- B - Sociedade Filarmônica de Nova York.
- C - Orquestra Sinfônica de Boston.
- D - Orquestra Sinfônica de Minneapolis.

Os resultados assim como apresentados na tabela 29 para cada orquestra já foram dados segundo a ordem de postos de número de escolhas positivas. Em todas as orquestras Beethoven foi consistentemente escolhido em primeiro lugar e Victor Herbert e MacDowell ocupavam sempre os últimos lugares.

Tabela 29 - Resultados do escalonamento de compositores através do método de comparação nos pares pelos membros de 4 orquestras sinfônicas

Compositores	ORQUESTRAS					Final	p sem conversão	
	A	B	C	D				
Bach	3	5	3	6	5	Beethoven	0.872	100
Beethoven	1	1	1	1	1	Brahms	0.798	90
Berlioz	15	11	10	12	12	Wagner	0.774	86
Brahms	2	3	5	2	2	Mozart	0.772	86
Chopin	13	13	15	15	12	Bach	0.743	84
Debussy	8	9	6	10	8	Schubert	0.650	70
Franck	14	14	11	13	13	Haydn	0.591	62
Grieg	17	16	17	14	17	Debussy	0.565	59
Haydn	7	7	8	11	7	Schumann	0.527	54
Herbert	19	18	19	18	19	Mendelssohn	0.479	47
MacDowell	18	19	18	19	18	Tchaikowsky	0.422	39
Mendelssohn	11	10	12	8	10	Berlioz	0.399	36
Mozart	4	2	4	4	3	Franck	0.370	32
Schubert	6	6	7	5	6	Chopin	0.357	31
Schumann	9	8	9	9	9	Verdi	0.325	27
Stravinsky	12	17	16	16	16	Stravinsky	0.305	24
Tchaikowsky	10	15	13	7	11	Grieg	0.291	22
Verdi	16	12	14	17	15	MacDowell	0.129	0
Wagner	5	4	2	3	4	Herbert	0.128	0

O ajustamento a uma escala de 0 a 100 é feito do seguinte modo no caso da “escala p sem conversão”, Beethoven com $p = 0,872$ e Herbert com $p = 0,128$ são colocados aos extremos como 100 e 0 respectivamente de modo que a diferença $0,872 - 0,128$ é chamado 100. Agora qual é, por exemplo, a posição de Schubert que tem um p de 0,650. Com é claro ele se coloca $0,650 - 0,128$ acima do nosso zero e sua posição é dada pela seguinte proporção $(0,650 - 0,128) / (0,872 - 0,128)$ ou $0,523 / 0,744 = 0,7029$ o que o coloca no grau 70 da escala.

Sendo que neste exemplo a ordem de escala já estava sendo calculada sem que os dados apresentados dão as escolhas de cada um dos compositores, mas diretamente a

escala ordinal, segue aqui um outro exemplo que permite seguir mais exatamente o andamento da apuração e a elaboração da escala.

Uma fábrica de perfumes recebeu para um novo perfume 8 sugestões para um nome: Rastro, Abat, High, Paris, Jasmim, Extase, Aho e Flower. Seguir aqui o resultado das escolhas de um juiz pelo método de comparação por pares. Depois quando tem os resultados de vários juizes estes resultados são tratados como no exemplo dos compositores.

Tabela 30

	Rastro	Abat	High	Paris	Jasmim	Extase	Aho	Flower	Escolhas
Rastro	x	1	1	0	1	1	1	6	
Abat	0	x	0	0	0	0	0	0	
High	0	1	x	0	1	1	1	5	
Paris	1	1	1	x	1	1	1	7	
Jasmim	0	1	0	0	x	1	1	4	
Extase	0	1	0	0	0	x	1	3	
Aho	0	1	0	0	0	0	x	1	
Flower	0	1	0	0	0	0	1	x	2

Ordenação	P	Z	Escala conversão	P	sem Escala conversão	com conversão P-Z
1 Paris	1	+que 2,58	100		100	
2 Rastro	0.837	+1.8	86		71	
3 High	0.714	+0.58	71		61	
4 Jasmim	0.571	+0.18	57		53	
5 Extase	0.428	-0.18	43		47	
6 Flower	0.295	-0.58	28		39	
7 Aho	0.142	-1.08	14		29	
8 Abat	0	-que 2.58	0		0	

O p é calculado pela fórmula $E/n-1$ ou as escolhas sobre um determinado estímulo dividido pelo número total de estímulos menos 1. A escala p é construída da mesma maneira como foi vista na escala p dos compositores. O valor de z é obtido pela tabela e o cálculo para a escala com conversão p-z é o mesmo que usado para a escala p com a diferença que a distância total entre os dois extremos em pontos $z= 5,16$ e os valores % são somados a este valor e depois divididos por 5,16.

CAPÍTULO VII: Mensuração das Atitudes

Para completarmos nossos estudos dos métodos escalares tratados nesse manual introdutório de Psicofísica, iremos nesse capítulo tecermos algumas palavras referentes à mensuração de atitudes e sua aplicabilidade, seja em Psicologia industrial, seja em Psicologia Social.

A administração empresarial tem mostrado crescente interesse pelas atitudes do empregado. Este interesse se reflete no fato de muitas empresas realizarem levantamentos de atitudes, providenciarem treinamento de “relações humanas” para os supervisores, editarem jornais de empregados e tomarem outras medidas que tendem a criar atitudes favoráveis nos trabalhadores.

Esta preocupação por parte da administração talvez possa ser atribuída, em parte, à tendência geral para um maior reconhecimento das responsabilidades sociais da indústria. Pode ser atribuída, em parte, à crença de que os empregados com atitudes favoráveis em relação à sua empresa são, em certa medida, “melhores” empregados, mais produtivos ou com taxas de mobilidade mais baixas.

Antes de tratarmos da mensuração de atitudes, devemos precisar o conceito de atitude. O termo atitude tem várias conotações, nós o usaremos no sentido definido por Krech e Crutchfield (1971). Eles definem atitude como uma organização duradoura de processos perceptuais, motivacionais, emocionais e de adaptação que se centralizam em algum objeto do mundo pessoal. De maneira geral é um tipo de disposição mental. Representa uma predisposição para formar certas opiniões. Em outras palavras, é o quadro de referência que influencia os pontos de vista ou opiniões do indivíduo sobre vários assuntos e o seu comportamento.

Segundo Rodrigues (1972) as atitudes formam-se através da experiência, o que significa que são adquiridas. Uma vez que uma pessoa tenha desenvolvido uma atitude específica, pode ser-lhe difícil dizer como a adquiriu. De fato, se as atitudes de uma pessoa são baseadas em considerações racionais e em dados reais, ou se tem uma forte influência emocional, isto tudo não vai influir muito no efeito das atitudes no pensamento ou no comportamento da pessoa. Em qualquer caso, o fator que afeta o comportamento é a atitude, e não a sua consideração sobre ser ou não ser uma atitude racional.

Embora as atitudes das pessoas tendam a manter-se relativamente estáveis, podem ser modificadas, pelo menos, até certo ponto. Uma vez que podem ser modificadas, é mais vantajoso medi-las nessa situação, do que o seria se estivessem solidamente cristalizadas.

1. Escalas de Atitude

1.1. Escala do tipo Thurstone

Um tipo de escala de atitude é a escala de Thurstone. Essa escala foi proposta por Thurstone e Chave (1929), e pode ser usada para determinar a atitude geral dos empregados para com sua empresa, pode ser usada em psicologia social para saber as opiniões de inúmeros indivíduos sobre a igreja, ou em instituições psiquiátricas para saber opiniões referentes ao doente mental.

Na elaboração de escalas de atitude por este método o primeiro passo é escrever um grande número de afirmações, talvez cem ou mais, cada qual exprimindo pontos de vistas diversos sobre o objeto atitudinal em relação ao qual se está construindo a escala. Esforços deverão ser feitos para que essas afirmações traduzam todos os pontos de vistas possíveis, desde os extremamente favoráveis aos inteiramente desfavoráveis. Na construção da lista inicial de afirmações, segundo Thurstone e Chave (1966), diversos critérios práticos devem ser aplicados no primeiro trabalho de seleção. Segundo estes autores, alguns dos critérios importantes são os seguintes: (1) as afirmações devem ser tão breves quanto possível, de forma a não fatigar os sujeitos quando eles são solicitados a ler a lista completa; (2) as afirmações devem ser tais que elas possam ser aceitas ou rejeitadas, de acordo com sua concordância ou discordância com a atitude do leitor. Algumas afirmações em uma amostra casual devem ser expressas de forma que o leitor não possa expressar nenhuma aceitação ou rejeição delas; (3) cada afirmação deve ser tal que a aceitação ou rejeição indique alguma coisa em relação à atitude do leitor sobre o problema em questão; (4) asserções com duplo sentido devem ser evitadas, pois asserções com duplo sentido tendem a ter uma alta ambigüidade; (5) Deve-se assegurar pelo menos uma maioria razoável das asserções realmente concernentes à variável atitude que é para ser medida.

Exemplo ilustrativo - Descrição do exemplo:

Tabela - Algumas afirmações usadas para a mensuração da atitude dos empregados em relação à sua empresa.

AFIRMAÇÕES	VALOR DA ESCALA
- Sinto que faço parte desta organização.	10,72
- Posso sentir-me mais ou menos seguro no meu emprego enquanto estiver fazendo bom trabalho.	9,33
- Geralmente, posso descobrir que posição ocupo perante meu chefe.	8,00
- Em geral, a empresa nos trata como merecemos	7,60
- Penso que se deve ensinar a todos os empregados da empresa os melhores métodos de trabalho.	5,72
- Até agora não consegui entender qual é a política de pessoal da empresa.	5,06
- Nunca tive oportunidade de usar minha experiência no meu trabalho.	4,18
- Nunca consegui descobrir que posição ocupo perante meu chefe.	3,77
Grande número de empregados sairiam daqui se pudessem encontrar bons empregos em outro lugar.	2,67
- Penso que a política da empresa é pagar pouco aos empregados para que eles peçam demissão.	0,80

Cada afirmação é datilografada em folha separada e um arbitro (sujeito) é convidado a distribuí-las por várias pilhas (geralmente 7,9,11), no nosso exemplo 11, classificando as afirmações a partir daquelas que expressam juízo fortemente desfavoráveis (colocadas na pilha 1 ou A) até as que expressam juízos mais favoráveis (colocadas nas últimas pilhas, no caso 11 ou K).

Assim nesse exemplo cada sujeito recebe 11 cartões marcados com as seguintes letras, A,B,C,D,E,F,G,H,I,J e K, e a sua tarefa é ordená-los à sua frete em ordem regular. Sobre

“acho que o governo não deveria gastar dinheiro com o doente mental, pois ele é incurável:

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Se observa no contínuo acima, que o mesmo está dividido em 11 partes. É um contínuo que oscila de um máximo de desfavorabilidade, passando por uma região neutra. A letra A significa, caso seja, marcada com um x, que aquela sentença em si mesma, expressa uma opinião altamente desfavorável ao doente mental.

A letra f, caso seja marcada com um x, significa que aquela sentença em si mesma expressa uma opinião neutra em relação ao doente mental. A letra k caso seja marcada com um x, significa que aquela sentença expressa uma opinião altamente favorável ao doente mental.

Assim são representadas várias dessas sentenças que são avaliadas por vários juizes, nesse contínuo. É importantíssimo notar-se que o que é pedido aos juizes é a avaliação do grau de favorabilidade ou desfavorabilidade de cada afirmação em relação ao objeto atitudinal, e não a sua posição em relação às afirmações.

Finalmente, construída a escala, ela é aplicada solicitando-se as pessoas que indiquem os itens com os quais elas concordam, ou que acreditam certas. As informações são apresentadas de forma desordenadas e sem os valores escalares dos itens assinalados, tal como aparecem na tabela. A média ou mediana dos valores escalares dos itens assinalados será o escore indicativo da atitude desta pessoa em relação ao objeto de julgamento considerado. No nosso exemplo da tabela, vemos que a atitude de um empregado para com a empresa é geralmente definida como o valor médio ou mediano da escala das afirmações 1, 3 e 5 daquelas vistas na tabela , teria um resultado em atitude de:

$$10,72 + 8,00 + 5,72 : 3 = 8,15$$

Numa escala de 11 pontos (sendo 11 a extremidade mais favorável) uma atitude de 8,15 estaria algo mais próxima da extremidade favorável da escala. Por outro lado, um empregado que anotasse as informações 7,8 e 10 teria um resultado em atitude representado por:

$$4,18 + 3,77 + 0,80 : 3 = 2,92$$

Esta última atitude, comparada à primeira acima, é muito menos favorável a empresa.

Assim, esses dois modelos de apresentação da escala de atitudes, seja por pilhas, seja por marcação em um contínuo, podem ser colocados em questão de os sujeitos indicarem os itens com os quais eles concordam ou acreditam sejam certas. A aplicação dessa escala dentro da indústria se torna imprescindível, visto que pode permitir à empresa medir a eficiência dos esforços sistemáticos dessa empresa em particular para melhorar o moral do empregado.

QUESTIONÁRIO SOBRE A PSICOLOGIA SENSORIAL - MUELLER pg 9 a 35

Porque os físicos estão no início da história da psicologia sensorial?

Quais foram estes físicos e qual sua área de contribuição para a psicologia sensorial?

Quais as fases no desenvolvimento da explicação da visão?

O que se entende por hipótese de emanção e por que surgiu?

Qual a importância de Kepler para a psicologia sensorial?

O que levou a maior objetividade no estudo da luz e do som?

Quais as duas novas linhas de pesquisa que daí resultaram, e qual é historicamente a relação entre estas duas linhas?

Como é considerado o uso da palavra falada ou psicofísica?

O que quer dizer a reação, próximo do limiar, é uma questão probabilística.

Quais os fatores que influenciam a sensibilidade (absoluta)?

Explique como foram obtidas e qual o significado das curvas na fig 2.

Discuta a relação entre as curvas de visibilidade e as curvas dos limiares absolutos.

Qual a diferença entre as unidades radiométricas e as unidades de energia luminosas?

Porque duas fontes luminosas que possui a mesma energia não emitem necessariamente a mesma energia luminosa?

Quais as duas modalidades de adaptação, podem ser reduzidas a uma só?

Qual o processo usado para medir os fenômenos da adaptação?

Explique a construção da curva de adaptação ao escuro e discuta o seu significado, e procure descobrir qual o motivo provável para a rápida mudança nesta curva.

Quais os tipos de características do procedimento experimental de que dependem a amplitude e o perfil da curva de adaptação ao escuro?

Explique as curvas da Figura 6 e qual a conclusão que delas se pode tirar.

O mesmo para as curvas da Figura 7.

Quais as diferenças e semelhanças entre a adaptação ao escuro e a luz?

Quais as três importantes características do estímulo de teste que influenciam o valor do limiar absoluto visual?

Como foram obtidas as curvas da Figura 8 e qual o seu significado?

Como reza a lei de Bunsen-Roscoe e quais suas aplicações práticas?

Até que ponto a lei de Weber- Fechner é válida para a discriminação de intensidade luminosa e como isto é verificado?

Quais os fatores que influenciam no acuidade visual?

Explique a Figura 12.

Qual a diferença entre a mínima acuidade visual (detectável) e a mínima acuidade separável, e como ambas são medidas?

O que se entende por capacidade de resolução temporal e espacial?

Quais as conclusões que podem ser tiradas das curvas da Figura 14.

PARTE III A TEORIA DA DETECÇÃO DE SINAL (Kling&Riggs, 1971)

CAPÍTULO VIII - Conceitos básicos sobre o limiar

1. Conceito clássico de limiar

Todos os métodos clássicos apresentados se baseiam sobre a seguinte teoria geral a respeito da natureza do limiar. Um estímulo que atinge um receptor dá início a uma cadeia de impulsos que produzem um efeito nos centros cerebrais. O tamanho deste efeito central varia conforme a força do estímulo, a sensibilidade do receptor, a eficiência das vias de transmissão e o nível básico da atividade do centro. Se o efeito numa determinada tentativa é maior que um certo mínimo, o centro emitirá um impulso e leva a uma resposta, por exemplo, sim, percebo o estímulo que produz esse efeito representa o limiar instantâneo.

O complexo de fatores apresentado acima produz uma variação ao acaso, de tentativa em tentativa, resultando numa distribuição ao acaso de limiares instantâneos. A hipótese phi-gama supõe que a distribuição normal acumulativa representará bem a função obtida quando a probabilidade de detecção é colocada num gráfico na ordenada e a magnitude de estímulo na abcissa. Esta curva é semelhante a curva apresentada na Figura 10, e de acordo com Guilford (1954) os termos phi e gama se referem respectivamente às variáveis de estímulo e de resposta na psicofísica clássica.

Thurstone (1928) mostrou que sendo que Δs aumenta como uma função de s como na lei de Weber ou uma função semelhante, a função psicométrica deveria ter uma inclinação positiva e o grau de inclinação deveria ser inversamente proporcional a razão $\Delta s/s$. colocando num gráfico a probabilidade de detecção como uma função da magnitude do s normalizaria a função psicométrica, e isto é conhecido como a hipótese phi-log-gamma (fig. 10). Sendo que a quantidade de estímulos nestes experimentos é pequena conseqüentemente se torna difícil de distinguir empiricamente as duas hipóteses, mesmo que existe evidência que Thurstone está com a razão. Em outras palavras, colocando num gráfico p (probabilidade de detecção) como uma função s (aumento de intensidade de s) ou de $\log s$ dará praticamente as mesmas ogivas.

Voltando para a teoria geral, a média da distribuição dos limiares instantâneos, corresponde ao valor do limiar de s . Os diversos métodos psicofísicos descritos acima são simplesmente diferentes maneiras para obter e tratar os dados para medir seu valor típico (médio) e sua variação. O que foi dito se refere ao limiar absoluto, porém a mesma linha de pensamento foi aplicado ao limiar diferencial de que se supõe que esteja relacionado com a distribuição de diferenças em excitação entre dois estímulos s_p e s_c . Esta teoria de variabilidade do limiar tem sido aceita de uma forma ou de outra desde os tempos dos psicofísicos clássicos (Fullerton&Cattel, 1892; Boring, 1917; Guilford, 1927). Aparentemente esta teoria não criava problema enquanto se aceitava que o impulso nervoso funcionava como uma corrente comum num circuito, aumentando ou diminuindo sua intensidade como reflexo das mudanças de estímulo.

2. A Hipótese dos Quanta

Sendo que as pesquisas neurofisiológicas demonstraram que o impulso nervoso obedece à lei de tudo ou nada, parecia óbvio colocar a questão: “ A discriminação é realmente

gradativa”? Suponha por exemplo, que um breve estímulo de tato é exatamente suficientemente intenso para provocar a emissão de 10 impulsos; um aumento gradativo na intensidade do s não aumentaria a intensidade da sensação até que o estímulo seria suficientemente intenso para eliciar 11 impulsos, em consequência do qual o sujeito sentiria um certo aumento limitado na sensação tátil. (Esta teoria se aplica à discriminação e ao L.D., mas não a detecção e L.A., pois a sensibilidade geral do sistema receptor supõe-se ser contínua).

Poderia-se supor que estes aumentos discretos, relativamente pequenos não seriam rapidamente evidentes por causa da variabilidade do sistema receptor e da falta de controle experimental das condições que afetam o sujeito. Apesar disto, Von Békésy mostrou em 1930 certa evidência para tais aumentos no limiar auditivo quando reduziu ao mínimo a variabilidade treinando o sujeito na observação de uma mudança particular de um s de curta duração. Da mesma forma, cada estímulo foi julgado diversas vezes em sucessão em vez de uma seqüência ao acaso, como no método dos estímulos constantes, para evitar as variações dentro do sujeito que poderiam afetar a função psicométrica.

A função psicométrica quântica é o resultado deste trabalho e possui três características distintas:

A probabilidade de detecção é uma função linear da magnitude do estímulo;

A inclinação da curva é inversamente proporcional com o intercepto (segmento de reta entre duas retas que o interceptam).

O aumento do s que é apenas suficiente para alcançar a probabilidade de detecção de 1,0 é duas vezes maior que o s que é exatamente suficiente baixo para alcançar uma probabilidade de detecção de 0.

A Figura 10 esquematiza as hipóteses phi-gamma, phi-log-gamma e a hipótese quântica e ilustra por que tem sido difícil de obter dados que apoiariam uma hipótese e rejeitaria as outras duas. As predições feitas na base destas hipóteses são semelhantes e a técnica estatística apropriada para testar a fidedignidade da função psicométrica ainda não foi encontrada (Corso,1956).

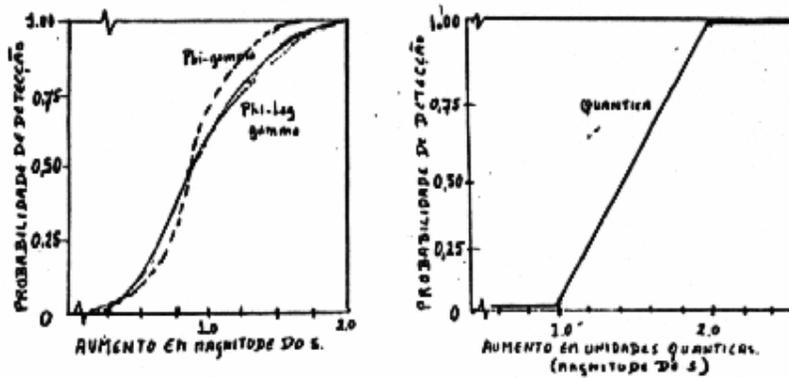


Figura 10: Representação esquemática de resultados esperados conforme as diversas hipóteses a respeito da forma da função psicométrica. A probabilidade é colocada com uma função das diferenças de estímulo.

É claro que a hipótese quântica, até mais do que as outras hipóteses mencionadas, requer que o sujeito no estudo de tais problemas psicológicos sensoriais é apenas mais uma parte válida e fidedigna do aparelho de medição. No entanto como afirma Stevens (1961, pg 813) “ A diferença entre um observador humano e um elétron é que o observador humano é humano. A qualquer momento ele pode não estar com sua atenção dirigida para o seu trabalho e com isto estragar o experimento”.

3. Comentários gerais sobre a psicofísica clássica

Tem se obtido uma boa quantidade de informações úteis através da aplicação dos métodos clássicos no estudo da sensação e da percepção. Todavia os psicofísicos, desde muito tempo, tem sido conscientes de certos fatores causadores de vieses (conforme Guilford, 1954) que devem ser levados em consideração quando se usa o limiar para avaliar a acuidade da percepção. A psicofísica clássica procurou eliminar os vieses:

Através de sua eliminação pelo plano experimental por exemplo através de contra balanceamento.

Supondo, por exemplo que a fadiga e a prática se equilibrarão uma a outra numa série de julgamentos psicofísicos.

Pela correção de julgamentos. Uma fórmula comum para obter a proporção de julgamentos corrigidos das adivinhações ou que geralmente é chamado “falso alarme” é

$P = \text{Proporção de acertos} - \text{proporção de falsos alarmes} : 1 - \text{proporção de falsos alarmes}$ na qual p é a proporção corrigida; “acertos” se referem aos julgamentos corretos na presença de um estímulo ou diferença de um estímulo; falso alarme significa que o sujeito afirma incorretamente que o estímulo está presente numa chamada tentativa armadilha ou lacuna. Esta fórmula supõe, que pode ser demonstrado por sua recomposição que a proporção de acertos é uma função linear da proporção de falsos alarmes obtidos, por exemplo, num experimento com o método de estímulos constantes. A Figura 11 mostra a proporção de acertos e de falsos alarmes.

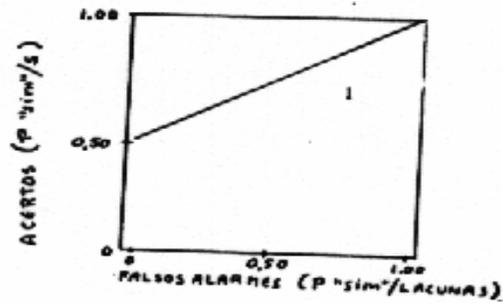


Figura 11 relação hipotética entre a proporção de acertos e de falsos alarmes (falsos positivos) na teoria psicofísica clássica. A probabilidade que o sujeito responda sim quando um certo estímulo s_1 realmente é apresentado (p^{sim}/s_1) é colocado no gráfico na ordenada contra a probabilidade de que ele responda sim numa lacuna ou tentativa armadilha ($p^{sim}/lacuna$).

CAPÍTULO IX: O Modelo de Análise de Decisão Aplicado ao Limiar Psicofísico

A principal contribuição empírica à psicofísica pela Teoria de Detecção de Sinais (TDS), que originalmente foi desenvolvida para resolver problemas na comunicação através de rádio, telefone e radar (cfr Swets, Tanner e Birdsall, 1961) tem sido que a suposição mostrada em Figura 11 é falsa. A psicofísica clássica com seus sujeitos cuidadosamente treinados, normalmente não obteve proporções suficientemente grandes de falsos alarmes para testar bem esta suposição. A teoria moderna de detecção crítica este treinamento dos sujeitos em dois pontos:

1. isto força o sujeito a admitir que existe um verdadeiro limiar sensorial;
2. de acordo com isto o sujeito tende a estabelecer critérios altos para dizer “sim” e portanto ter valores altos de L.A.

A teoria moderna supõe que não existe um ponto fixo para “sim, percebo” e “não, não percebo”, e portanto não há um critério fixo. Por exemplo, o critério de um sujeito de antes dizer “não” do que “sim” pode variar dependendo do fato de ele achar que um estímulo vai ser apresentado ou não. Para obter uma proporção mais alto de acertos o sujeito deve, mais ou menos deliberadamente, abaixar seu critério para dizer “sim” e isto significa também que ele está disposto a aumentar sua proporção de falsos alarmes. Comparando, a psicofísica clássica supõe que proporções aumentadas de acertos e falsos alarmes dependem das respostas “sim” do sujeito num grande número de tentativas que ele de alguma maneira seleciona ao acaso ou por adivinhação, porém que apesar disto existe de fato um limiar sensorial real. A teoria de detecção não supõe um limiar sensorial e enfatiza mais o aspecto de julgamento do que o aspecto sensorial do experimento psicofísico. Por isto ela acentua a relação entre dois tipos de respostas: acertos e falsos alarmes, em vez da relação entre estímulo e resposta. O efeito sensorial de um estímulo é contínuo e não discreto, e o fato de resultar ou não uma resposta “sim” depende”:

1. do efeito do estímulo em relação ao efeito do ruído no mesmo contínuo sensorial;
2. do que o sujeito espera na situação;
3. a conseqüência potencial de sua decisão.

A conseqüência deste ponto de vista é a tendência na teoria de detecção psicofísica de trabalhar somente com alguns e muitas vezes com um só valor de estímulo em vez de séries de estímulos. A questão não é que a magnitude do estímulo não tem importância, mas antes que o efeito do estímulo deve ser avaliado em relação a dois tipos de vias de resposta.

Tabela 32 Quadro geral de alternativas de respostas em duas situações de estímulo e duas situações de respostas.

ESTÍMULO	RESPOSTAS	
	Sim	Não
	PRESENTE	Acerto
AUSENTE	Falso Alarme	Rejeição Correta

Tabela 32 mostra as diversas alternativas de estímulo e respostas num típico experimento “sim-não” com um só estímulo. É semelhante a uma tentativa no método dos limites ou de estímulos constantes quando o sujeito deve julgar o efeito de S ou DS, mas se usam freqüentemente as lacunas e os pares idênticos. Conforme um esquema randômica predeterminado S ou DS está presente em algumas tentativas e em outras não e se pede ao sujeito julgar quando de fato o estímulo estava presente ou ausente durante cada tentativa: um intervalo de tempo indicado por um sinal (por exemplo uma luz num experimento sobre audição).

ESTÍMULO	RESPOSTAS	
	Sim	Não
	PRESENTE	50%
AUSENTE	0%	100%

A tabela 33 mostra os 4 eventos possíveis neste experimento. Suponhamos que um valor de limiar foi obtido pelo método dos limites e que um valor físico é usado no nosso experimento de detecção. Este estímulo seria apresentado um grande número de vezes intercaladas com um número igual de lacunas numa seqüência randômica. Pelo menos algumas centenas de tentativas devem ser exigidas para obter resultados estáveis. De acordo com a teoria clássica poderia se esperar algo bem semelhante às probabilidades mostradas na tabela 33.

ESTÍMULO	RESPOSTAS	
	Sim	Não
	PRESENTE	66%
AUSENTE	36%	64%

No entanto a tabela 34 mostra os resultados que de fato foram obtidos num tal experimento em que a tarefa do sujeito consistia em julgar a presença de “açúcar” (sim) ou “água pura” (não) (Engen, Bartoshuk e McBurney, 1964, não publicado. O estímulo foi uma solução de 0,225% (peso/volume) de sacarina em água destilada, ao acaso intercalando a apresentação de água destilada, e ambas foram provadas de cálices conforme procedimento semelhante aqueles usados por Linker, Moore e Galanter (1964). As proporções são baseadas em 60 tentativas com uma enxaguadura de água e um intervalo entre as tentativas de 30 segundos (Maiores detalhes a respeito do experimento são dados depois) . Estes resultados indicam que o estímulo estava acima do limiar de 50% do sujeito e que a concentração teria que ser reduzida para obter proporções iguais de “sim” e “não” mas isto é um problema menor. O que não era esperado foi a proporção relativamente alta de falsos alarmes (36%) de “sim” quando o sinal estava ausente. Isto quer dizer que existe uma forte tendência do sujeito de chamar água destilada de “açúcar”. Tais resultados dificilmente poderiam ter sido obtidos na psicofísica clássica pela razão simples que de maneira nenhuma não usava tantas “lacunas” como foram usadas neste experimento de detecção e por isto não podia dar resultados para provar o viés das respostas. Os presentes dados, evidentemente, foram obtidos num experimento no qual

se exige um julgamento difícil e o sujeito não estava treinado em psicofísica, enquanto uma parte importante da psicofísica clássica era o treinamento dos sujeitos.

Seja como for e sem saber por quais meios estes vieses são reduzidos, pode se argumentar que eles estão sendo influenciados pela manipulação do critério do sujeito para dizer “sim” contra dizer “não” e que a teoria psicofísica clássica implicitamente promove um critério alto e portanto altos valores limiares.

Os falsos alarmes podem ser reduzidos aumentando a intensidade do estímulo exigido antes que o sujeito está suficientemente certo para dizer “sim”, mas o problema é que está difícil de mudar as proporções de falsos alarmes independentemente das proporções dos acertos. De fato, os experimentos tendem a mostrar que a proporção de acertos é uma função da proporção dos falsos alarmes. Basicamente a contribuição da teoria de detecção para a psicofísica é a determinação da relação psicofísica S-R num quadro de referência teórico baseado numa função chamado uma curva característica do receptor em operação (receiver-operating-characteristic ROC) ou uma função de isosensibilidade. Estes termos ficarão mais claros ao desenvolver a teoria. Somente precisa-se de dois dos valores do nosso matriz de estímulos e resposta para esta função, pois quando os acertos e falsos alarmes são conhecidos nesta situação binária, as omissões e rejeições corretas estão determinadas. Consideremos primeiro o tratamento de vieses da resposta.

1. Viés relacionado com a expectativa do sujeito a respeito da probabilidade de S

Duas formas de viés formam a base empírica para a teoria de detecção em psicofísica. Uma delas se refere à expectativa do sujeito que o estímulo estará presente numa determinada tentativa, e esta expectativa será reforçada pelas instruções dadas pelo experimentador, pelo conhecimento anterior do sujeito a respeito do experimentador e por sua experiência durante o experimento.

Um exemplo simples poderá demonstrar o efeito da expectativa a respeito da probabilidade da apresentação do estímulo. Suponhamos que em vez de apresentar o estímulo em 50% e as lacunas em 50% das tentativas da mesma maneira como acima, o experimentador apresenta o estímulo em 90% e as lacunas em 10% das tentativas. Depois de alguma experiência o sujeito tende a contar com o estímulo em muitas tentativas e desta maneira está inclinado a dizer ‘sim” muito mais freqüentemente do que na condição de 50% para 50% como acima. Esta situação é muito semelhante aos procedimentos usados na psicofísica clássica com umas poucas lacunas, se tiver. Os resultados por Linker e outros (1964) mostram exatamente neste experimento uma alta proporção de acertos, mais ou menos 0,94 e uma alta proporção de falsos alarmes, mais ou menos 0,77 como mostra a tabela 35.

		RESPOSTAS	
		Sim	Não
ESTÍMULO	PRESENTE	0.94	0.06
	AUSENTE	0.77	0.23

Em outras palavras, a tendência de dizer “sim” depende pelo menos parcialmente da probabilidade de que o estímulo será apresentado, e em adição existe o fato importante que as proporções de acertos e falsos alarmes estão relacionados, e é esta relação que define a curva de isosensibilidade.

Mais um exemplo de Linker e outros pode ser suficiente para tornar isto bem claro. Neste caso o estímulo foi apresentado em apenas 10% e as lacunas em 90% das tentativas. Como a tabela 36 mostra isto dá como resultado proporções baixas tanto para os acertos como para os falsos alarmes, pois nesta condição o sujeito provavelmente espera uma lacuna, ou água pura neste caso, em cada tentativa. Não se pode dizer que o estímulo não tem importância, mas o problema é que este estímulo é muito fraco e em psicologia não é incomum que vieses de respostas ou predisposição são mais evidentes quando a situação é ambígua. Em outras palavras, a relação mais fidedigna S - R começa a vacilar quando o estímulo é reduzido para um nível no qual o sujeito é incapaz de detectá-lo (pelo menos ocasionalmente). Linker e outros (1964) exploraram este problema de expectativa sistematicamente com muitas probabilidades diferentes da apresentação do estímulo e os resultados mostrados na Figura 12 são tirados de sua publicação.

		RESPOSTAS	
		Sim	Não
ESTÍMULO	PRESENTE	0.24	0.76
	AUSENTE	0.06	0.94

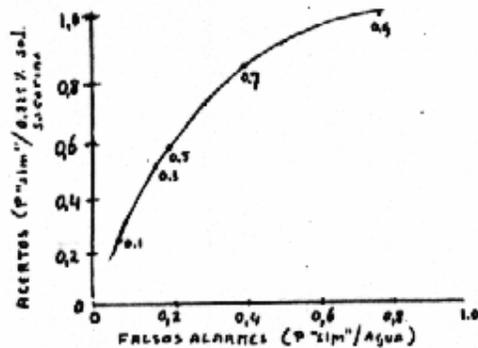


Figura 12 . A função de isodensibilidade. A Proporção de acertos em relação com a proporção de falsos alarmes num experimento no qual era a tarefa do sujeito de detectar a presença de sacarina em água. Os números no gráfico indicam as probabilidades da apresentação do estímulo produzindo o ponto observado. Estes dados foram adaptados de Linker e outros (1964) (Ver texto)

A curva traçada a olho através de dados representa uma função de isosensibilidade. Isto significa que diferentes pontos na curva refletem a mesma sensibilidade, pois os pontos experimentais foram obtidos com o mesmo estímulo mas sob diferentes condições de vies de resposta. É importante ter na mente que isto não é absolutamente a relação S - R psicofísica padrão, mas se trata de uma relação R - R com duas variáveis dependentes colocadas nas coordenadas e até certo ponto mais puramente psicológica do que psicofísica. Por esta razão a sensibilidade não pode ser definida em termos de, por exemplo, a colocação de alguns pontos sobre uma dimensão de estímulo, mas em vez disto será exigida uma abordagem menos direta e mais teórica.

2. O Viés relacionado com os efeitos de reforços e de punições

Antes de discutir esta teoria, o efeito das conseqüências da decisão do sujeito será mostrado em termos de perdas e ganhos, de estrutura do resultado, de matriz de recompensas, ou o que de maneira mais geral possa ser chamado o efeito da motivação sobre os julgamentos psicofísicos. Parece razoável supor que é mais provável que uma pessoa faz certos erros de julgamentos ou falhas, mais do que outros, dependente das conseqüências que estão envolvidas; por exemplo, procurando detectar um inimigo se deseja antes de tudo maximizar o número de falhas, uma vez falsos alarmes e rejeições corretas tem poucas conseqüências. Tais situações podem ser imitadas por matrizes de recompensa de perdas e ganhos no nosso experimento de “sim” ou “não”.

Tabela 37

		RESPOSTAS	
		Sim	Não
ESTÍMULO	PRESENTE	+10c	-10c
	AUSENTE	-10c	+10c

Tabela 38

		RESPOSTAS	
		Sim	Não
ESTÍMULO	PRESENTE	+2.00	-10c
	AUSENTE	-10c	+10c

Tabela 39

		RESPOSTAS	
		Sim	Não
ESTÍMULO	PRESENTE	+10c	-10c
	AUSENTE	-10c	+2.00

Tabela 37 mostra uma matriz simétrica de recompensa na qual o sujeito deve 10centavos para cada erro e onde ele recebe 10 centavos para cada julgamento correto. O que se refere aos vieses, esta situação seria mais ou menos análoga a uma probabilidade de apresentação do estímulo de 0,50.

Tabela 38 é uma matriz assimétrica que paga ao sujeito generosamente 2,00 para os acertos, porém apenas 10 centavos para omissão e falsos alarmes. Poderia se esperar que tais recompensas levassem à tendência de dizer “sim” com probabilidade condicionalmente muito altas tanto para os acertos como para os falsos alarmes, analogamente à probabilidade de uma apresentação do estímulo de 0,90.

Tabela 39 mostra uma outra matriz assimétrica de recompensa que dá um pagamento maior para rejeições corretas e menor para acertos, erros e falsos alarmes e da qual se poderia esperar que encorajasse o sujeito para dizer antes “não” do que “sim”, com uma proporção relativamente baixo de acertos e falsos alarmes, análogo à probabilidade de uma baixa apresentação do estímulo (0,10). Se o mesmo estímulo de cima é usado com uma probabilidade de apresentação de estímulo de 0,50 e aplicado nas 3 matrizes que mostramos, pode se obter uma função de isosensibilidade como está esquematizada na Figura 13. De novo a proporção de acertos do sujeito tem sido manipulado num experimento de psicofísica sem variar a magnitude do estímulo.

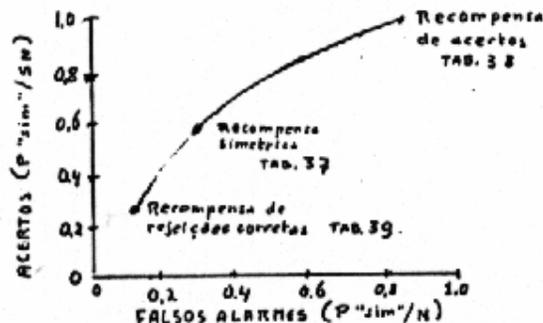


Figura 13 . Dados fictícios em matrizes de recompensa e a função de isosensibilidade. A proporção de acertos colocados em relação com falsos alarmes sob condições que recompensam respostas de "sim" e "não" diferentemente ou igualmente (simetricamente).

Até aqui dois caminhos foram apresentados através dos quais isto poderia ser feito e tem de ser frisado que a magnitude do S é mantida constante os resultados cairão na mesma função de isosensibilidade seja que os resultados provinham de experimentos em probabilidade de estímulo seja de experimentos com recompensa.

A Figura 14 mostra parte de um experimento feito por Galanter e Holman (1967) para um sujeito cuja tarefa era observar a diferenciação entre um par de tons. As probabilidades de apresentação eram 0,1; 0,3; 0,5; 0,7 e 0,9 e as matrizes de recompensa envolviam perdas e ganhos de 10c, 15c e 25c acumulados sobre um total de mais ou menos 10.000 tentativas seguidas a um treinamento cuidadoso preliminar do sujeito. Instruções diferentes dadas para provocar vários vieses produziam também resultados consistentes com esta função de isosensibilidade.

Figura 14 pag 187

É levado em consideração estes vieses psicológicos que o efeito dos estímulo deve ser avaliado. Como isto é feito na teoria da detecção do sinal vamos ver no seguinte capítulo.

De modo geral deve se ter em mente que esta teoria faz parte de uma teoria estatística de decisão mais genética e que concebe a tarefa do sujeito como uma de testar hipóteses.

3. A distribuição hipotética dos eventos sensoriais

Comumente se supõe, embora não seja necessário, que os eventos sensoriais resultantes da apresentação sucessiva do mesmo estímulo estão normalmente distribuídas, uma suposição semelhante à dispersão discriminativa de Thurstone. Esta dimensão sensorial hipotética subjacente não pode ser observada diretamente e é neste ponto se temos que localizar nossa medida de sensibilidade relacionando-a com a magnitude do estímulo.

Além disto, a teoria supõe também que o ruído sempre esteja presente como uma parte inerente do experimento psicológico por causa dos eventos externos, da variabilidade da fonte de estímulos, dos impulsos neurais espontâneos, ou pode ser introduzido deliberadamente pelo experimentador. Esse ruído pode ter um efeito no mesmo contínuo sensorial hipotético, e qualquer que seja a fonte, seu efeito sensorial não poderá ser distinguido do efeito do estímulo.

Trata-se de um problema da razão entre o sinal e o ruído. Supõe-se que os efeitos sensoriais do ruído e do estímulo mais o ruído produzem uma função de distribuição normal e uma função de densidade gaussiana, como mostra a Figura 15.

A teoria supõe que o observador saiba, de alguma forma, (provavelmente através de sua experiência com o estímulo constante) que o efeito sensorial é influenciado por ruído e conseqüentemente irá variar.)

Sua observação é considerada análoga a uma amostra estatística e o seu sim e não, portanto não significam realmente que ele de fato percebeu ou não percebeu o estímulo, mas que ele prefere ou não prefere a decisão que o estímulo foi apresentado com base na informação recebida na tentativa. Em outras palavras, em cada tentativa existe um evento sensorial devido ao estímulo mais o ruído (sn) ou ao ruído sozinho (n), e o observador deve decidir qual dos dois produziu o sn ou o n.

Embora se tenha notado que os vieses das respostas influenciarão sua decisão, o efeito do estímulo deve deslocar o efeito sensorial daquele produzido pelo n sozinho na direção e na proporção de sua magnitude, como mostra a fig 15. Ambos n e sn, levam a um efeito continuamente variável sobre o contínuo sensorial subjacente e produzem uma função de densidade, na qual a altura da curva indica a freqüência relativa de uma certa magnitude sensorial na abcissa.

4. A razão de verossemelhança (Likelihood Ratio)

Quaisquer que sejam os atributos subjetivos (gustação, audição, etc.) e a complexidade do estímulo (sons puros versus apresentação de música) supõe se que o observador possa e de fato designe probabilidades condicionais a cada evento sensorial (isto é, a probabilidade de que o efeito surja de um SN, e a probabilidade de que surja de um N, e, conseqüentemente, que cada observação possa ser tratada como um evento dentro da

teoria de probabilidade. Supondo as distribuições mostradas na Figura 15., a razão de verossemelhança é a probabilidade de que um efeito sensorial particular, S1, foi produzido por um estímulo mais ruído, Ps1/SN, em relação com a probabilidade de que foi produzido por ruído somente, Ps1/N.



Fig.15 Efeito hipotético do ruído e da estimulação num contínuo sensorial na TDS. As distribuições são supostamente funções de densidade.

Teoricamente, portanto, o contínuo sensorial subjacente mostrado na Figura 15 é transportado para um contínuo da razão de verossemelhança, onde o critério do observador é representado por uma razão de verossemelhança particular que é um ponto do eixo e que o divide em dois.

Supõe-se que o observador, geralmente, responderá “Sim”, se sua observação na tentativa estivesse à direita desse ponto e “Não” se sua observação estivesse à esquerda desse ponto. Já foi mostrado que o critério do observador é influenciado 1) pela probabilidade de apresentação do estímulo e 2) pelas recompensas. Porém pode se perguntar como é que o observador combina numa regra de decisão a informação disponível para ele antes de uma tentativa com a informação obtida numa tentativa particular?

De acordo com a teoria, dado um certo evento sensorial S1, o observador poderá computar os palpites a favor daquele evento que surgiu do SN (isto é, a probabilidade a posteriori) de acordo com a seguinte razão:

$P(SN/s1) = P(SN) \cdot P(s1/SN)$ na qual:

$$\frac{P(SN/s1)}{P(N/s1)} = \frac{P(SN)}{P(N)} \cdot \frac{P(s1/SN)}{P(s1/N)}$$

s1= o evento sensorial dentro da pessoa.

$P(SN/s1) / P(N/s1) =$ a razão das probabilidades a posteriori e representa a probabilidade de que s1, surja de um SN, depois de observar s1, e conhecendo a probabilidade de receber uma tentativa SN.

$P(SN) / P(N) =$ a razão das probabilidades a priori à apresentação SN e N, conhecidos antes de s1.

$P(s1/SN) / P(s1/N)$ = a razão de verossemelhança, que é a probabilidade (verossemelhança) do que surja de N.

Essa expressão sumariza toda a informação disponível ao observador e que é usada para formar as regras de decisão. Para maximizar o número de decisões corretas o observador deveria responder “Sim” (o evento sensorial foi produzido por SN) se a razão das probabilidades a posteriori fosse maior do que 1, e deveria responder “Não” se fosse menor do que 1.

Se as probabilidades a priori forem conhecidas, a regra de decisão poderá ser estabelecida em termos de um critério da razão de verossemelhança.

Por exemplo, se $P(SN)$, a probabilidade da apresentação o estímulo, for 0,50, então conseqüentemente a razão das probabilidades a priori é $P(SN) / P(N) = 0,50/0,50 = 1,0$ e a razão de verossemelhança é a mesma que a razão das probabilidades a posteriori. O valor da razão de verossemelhança também é 1,0.

Contudo, se $P(SN) = 0,80$ a razão a priori é $0,80 / 0,20 = 4,0$.

Nesse caso, a razão a posteriori é $P(SN/s1) / P(N/s1) = 0,80 / 0,20 \cdot P(s1/SN) / P(s1/N)$ o último termo sendo a razão de verossemelhança. Se a razão de verossemelhança exceder 0,25 então está claro que a razão a posteriori excederá a unidade, assim o observador responde “sim” quando a razão de verossemelhança for maior do que 0,25 e “Não” quando for menor que 0,25. A razão da verossemelhança, então, tem um valor numérico que é diferente de zero, representado no eixo da decisão, que por sua vez é a transformação do eixo sensorial, esquematizado na Figura 15.

O critério ou a regra de decisão é portanto determinado:

pela probabilidade de apresentação do estímulo,

pelos valores dos resultados da decisão do observador.

pela magnitude do estímulo.

O observador poderá tentar alcançar qualquer número de diferentes alvos numa situação de detecção, mas o critério da razão de verossemelhança poderá ser calculada para maximizar qualquer alvo (objetivo). Na teoria, o critério do observador pode ser comparado com aquele de um observador ideal, que é uma abstração matemática, referente ao desempenho máximo, computado para condições experimentais pela determinação do critério de verossemelhança que irá maximizar as recompensas para os valores médios ou conhecidos da matriz de recompensas ponderadas pelas probabilidades conhecidas ou esperadas da apresentação do estímulo.

Quando se trata de um observador real isto poderá ser uma tarefa difícil e mesmo impossível, exigindo uma grande prática e uma grande compreensão. Este problema indica que a psicofísica e a psicologia da aprendizagem podem tornar-se mais relacionadas (Atkinson, 1961).

Mesmo que comumente haja a tendência geral de se dizer “Sim” nas tentativas durante as quais o estímulo for apresentado e “Não” quando este não o é, existe também na teoria

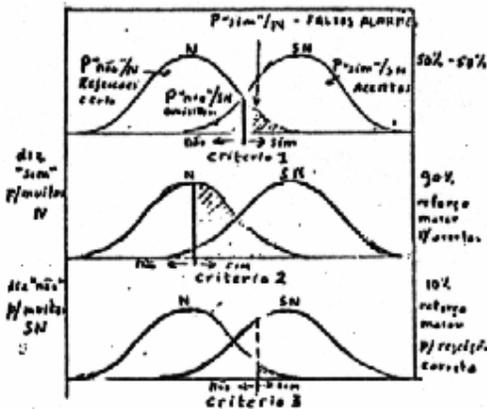
da detecção a noção do desempenho de uma maneira ótima, com respeito à matriz de recompensas particular e a probabilidade de apresentação do estímulo.

Presumivelmente, o observador traduz a resposta sensorial numa razão de verossemelhança e a partir daí compara essa razão com o critério estabelecido nesse contínuo, porém nenhuma afirmação geral poderá ser feita com relação a “como” isto foi feito. Contudo pode se fazer uma comparação entre 1) o critério ótimo determinado teoricamente, e 2) o critério do observador, conforme é determinado por seu desempenho. Três desses critérios são ilustrados na Figura 16.

Esses 3 pares de distribuição poderiam ser provenientes da mesma magnitude de estímulo para as probabilidades de apresentação de 0,10; 0,50 e 0,90 ou as três matrizes de recompensas ilustradas nas tabelas 34, 35 e 36.

Esses permitiram fixar pontos que caíssem na mesma curva de isosensibilidade, por exemplo, Figura 13, que é obtida por critérios diferentes, conforme representados teoricamente na Figura 16.

As curvas também mostram as proporções correspondentes a alarmes falsos e acertos, os quais naturalmente são determinados empiricamente e que definem os valores nas coordenadas da curva de isosensibilidade.



5. O efeito da magnitude do estímulo O Limiar Diferencial

O efeito de um estímulo constante é que o efeito sensorial total se desloca em relação à distribuição de ruído, gerando assim duas distribuições teóricas: N e SN. Supondo que ambas distribuições sejam normais e tenham variâncias iguais, a diferença entre as suas medias, dividida pelo desvio padrão da distribuição para N, fornece um parâmetro d' , ou :

$$d' = \frac{MSN - MN}{sN} \text{ (grau de acuidade perceptiva).}$$

sN

Isto é um índice da sensibilidade do observador, que é independente do critério, e por isto também independente das recompensas (motivação), das probabilidades de apresentação do estímulo, e das instruções.

O valor de d' pode ser avaliado pela conversão das proporções experimentais obtidas para as notas Z e pela subtração das notas Z , correspondentes nos falsos alarmes (conforme o índice de critério do observador) do ponto Z , correspondente aos acertos.

No “observador ideal” teórico, o d' se relaciona linearmente com a medida comum do estímulo e a intensidade do ruído e os observadores “real” e “ideal” podem ser comparados (ver Green e Swets, 1966, chap.6). Elliot (1964) forneceu tabelas para o experimento de detecção de tal forma que d' possa ser examinado diretamente pelas médias dos valores de probabilidade dos acertos e falsos alarmes.

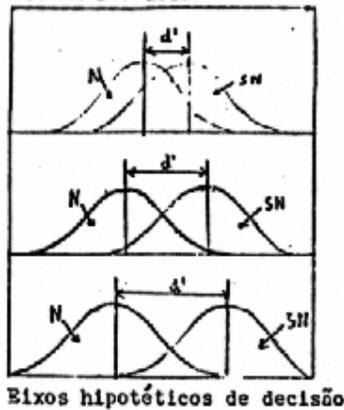
O procedimento é ilustrado na tabela 40. Com dados das probabilidades de apresentação de estímulo, apresentados nas tabelas 34, 35, 36.

Tabela Pag194

Esses valores de d' são muito semelhantes e indicam mais ou menos a mesma sensibilidade dos observadores, o que é compreensível sendo que o mesmo estímulo foi usado em todos os três casos. Uma vez que os valores p para os acertos são muito diferentes, os psicofísicos clássicos poderiam portanto ter concluído que estas diferenças tinham sido produzidas por diferenças individuais ou variabilidade de sensibilidade, quando a verdadeira origem do problema pode estar no critério do observador. De maneira semelhante a TDS foi capaz de mostrar acordos nos resultados de diferentes métodos psicofísicos, tais como o presente método, o da classificação e o da escolha forçada (ver Green & Swets, 1966).

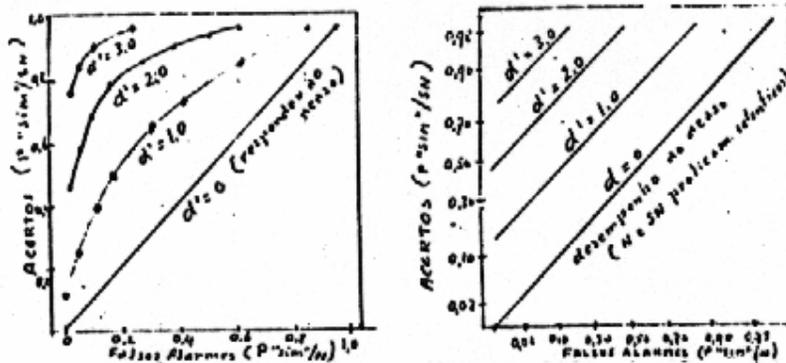
Se d' mede de fato a sensibilidade ele deveria variar como uma função da magnitude do estímulo, como mostra a Figura 17.

A Figura 19 mostra os dados experimentalmente esperados, quer dizer diferentes magnitudes de estímulo devem ser associadas a diferentes curvas de isosensibilidade. (por exemplo: $d'= 0,1,2$ e 3).



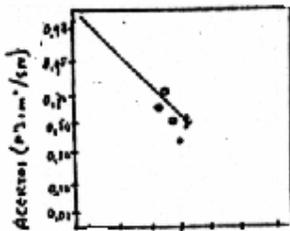
Os pontos em cada curva representam vários critérios possíveis, e como os descritos acima. Note que o valor de d' de zero (a linha diagonal reta) representa o desempenho do acaso, enquanto o desempenho pior que o acaso (como por exemplo: confundir as categorias de respostas) estariam localizadas abaixo dessa diagonal.

O acréscimo do d' está associado ao aumento na curvatura da curva de isosensibilidade conforme seja consistente com o modelo da curva normal. Essas funções podem se tornar lineares com um declive de 1,0 convertendo-se os eixos da probabilidade em pontos Z ou projetando as probabilidades num papel duplo-probit em 1º lugar como na Figura 17. Os valores de d' estão localizados na escala que se estende desde o diagonal (o desempenho casual) até ao canto superior esquerdo do gráfico (as magnitudes do estímulo que são detectados o tempo todo).



Dessa maneira o d' simplesmente indica a dificuldade da tarefa de detecção. A Figura 20 ilustra isso com dados não publicados até agora em gustação referentes ao caso acima (Engen et al., 1964).

A pesquisa trata do efeito da privação da sensibilidade de gustação, e já foi mostrado que os dados obtidos no primeiro dia concordam com o experimento publicado por Linker et al (1964).



A observadora foi uma moça obesa de 18 anos, hospitalizada para submeter-se a uma dieta rigorosa; ela de fato não comeu durante 10 dias mas recebia aproximadamente 20 calorias por dia de líquidos como chá com limão e líquidos dietéticos. Sua tarefa consistia em discriminar entre uma pequena provada (mais ou menos 1cc) de água destilada e uma pequena provada de sacarose dissolvida em água destilada (peso/volume).

Havia duas concentrações, uma de 0,125% e outra de 0,225% que foram apresentadas em sessões separadas em cada dia. O assim chamado “método de provar e cuspir” foi usado, o que significa que ela provava o líquido e depois o expelia. A probabilidade de apresentação do estímulo foi sempre 0,50.

Por causa da dificuldade de discriminação e da pouca duração a solução de 0,125% foi omitida mais ou menos na metade de sua abstinência.

Foi possível fazer observações sob as mesmas condições cada dia, e os dados nos três dias consecutivos foram combinados para obter um desempenho mais estável. Havia 70 tentativas, cada dia, de água e sacarose numa ordem randômica, mas as primeiras 10 tentativas foram usadas somente para praticas.

A observadora respondia dizendo “açúcar” ou “água” e o experimentador depois lhe dizia qual tinha sido apresentado. Não havia outro reforçamento, mas a paciente parecia

cooperativa e interessada no teste, que ela julgava de constituir uma parte do tratamento médico, feito em cooperação com seu médico.

A solução foi provada de pequenos copos de papel que eram jogados fora ao fim da tentativa, quando a paciente cuspiu a solução e fazia seu julgamento. Depois se dizia para ela se o seu julgamento tinha sido correto ou incorreto, enquanto ela enxaguava sua boca com água destilada num copo comum do hospital e depois esperava 30 segundos até a próxima tentativa.

O resultado mostra que, como se esperava, a solução de sacarose mais forte permitiu um d' maior e também que o d' aumentou no período do teste para a solução de 0,225%, e isto indica um aumento de sensibilidade. No caso presente, há relativamente pouca variação para os falsos alarmes para os 4 pontos projetados, mas em outra situação poderia haver, e é importante que o d' forneça a possibilidade de se medir a sensibilidade, independentemente de variações em tais fatores. O viés na resposta provavelmente não é de interesse primordial para os psicólogos sensoriais (psicofísicos), mas o efeito da privação sobre a sensibilidade o é.

Os dados presentes, é claro, são baseados em somente um sujeito, e o aumento na sensibilidade dessa paciente, medida pela D' , poderia ser resultado da prática em vez dos efeitos sensoriais psicológicos da privação. Experimentos posteriores poderiam fornecer esta informação de uma maneira mais clara do que é possível com estes métodos clássicos.

O efeito da prática sobre a sensibilidade bem como o efeito do viés sobre a resposta é outro problema de interesse dos psicólogos de aprendizagem (Gilson, 1953) e pode ser estudado novamente dentro da teoria da detecção de sinal (Atkinson, 1961).

Como era de esperar, o D' , assim como foi definido aqui, também aumenta em função da magnitude do estímulo. Em numerosos experimentos de sim e não sobre contraste em iluminação, Wuest (1961) encontrou que D' é uma função exponencial aproximada de iluminação, como foi mostrado por 2 observadores no exemplo da Figura 21, mas são necessárias mais pesquisas na forma desse tipo de função psicométrica. Lembre-se que no observador ideal D' é uma função linear da magnitude do estímulo.

A teoria da detecção em psicofísica foi desenvolvida num nível sofisticado e estimulou novo interesse no campo. Esse capítulo mostrou apenas os princípios básicos se relacionam com a psicofísica clássica numa situação simples de detecção e mencionou somente referências ocasionais ao assim chamado observador ideal e possíveis aplicações aos problemas da psicologia sensorial. Entretanto, dois problemas parecem cruciais ao desenvolvimento da teoria nessa direção:

A natureza e a determinação empírica do ruído;

O desenvolvimento de testes de aderência dos dados obtidos experimentalmente às curvas teóricas de isosensibilidade.

O último tem sido um problema contínuo em psicofísica; por exemplo as tentativas para se obter dados suficientemente fidedignos para decidir se a função psicométrica seria melhor descrita por ϕ -gamma ou pela hipótese quântica.

De modo semelhante, a noção clássica de limiar, que é uma teoria de dois estados nos termos contemporâneos, ainda não foi validada pelos dados da curva de isosensibilidade, mas certamente foi enfraquecida.

Luce (1963) propôs uma teoria do limiar, que supõe que a apresentação do estímulo colocaria o observador ou num estado de detecção ou num estado de não-detecção. A observação que ele faz em qualquer dos dois estados pode ser viesada por fatores não sensoriais de tal modo que uma porção de observações são falsificadas de duas maneiras mutuamente exclusivas, isto é, dizendo não quando ele estiver no estado de detecção e sim quando estiver no estado de não detecção.

Quando também as detecções corretas, ou acertos, são projetadas, como uma função de falsos alarmes, essa refinada teoria do limiar consegue 2 segmentos de reta, como na Figura 22. Como pode ser visto a predição dessa teoria consegue uma função muito similar aquela teoria de detecção do sinal.

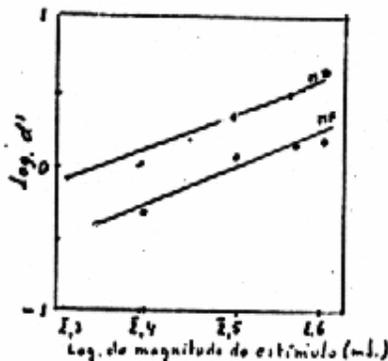


Fig. 21 Valores logarítmicos dos d' , projetados contra o logaritmo da luminância numa tarefa de detecção forçada de escolha de luminosidade com intensidade de fundo de 0.8881 ml e a duração do S de 32 msec. Os dados são de 2 observadores. As linhas são ajustadas pelo método de mínimos quadrados (Wuest, 1961).

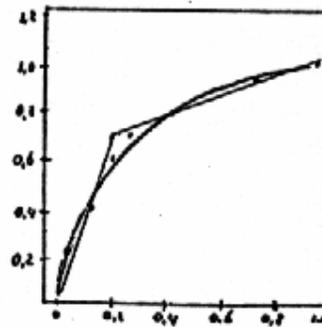


Fig. 22 - Representação esquemática e comparação da função de isosensibilidade da teoria dos multi-estados da detecção do sinal e a teoria dos dois estados de limiar de Luce (1963). Curvas ajustadas a olho.

Dados disponíveis presentemente e métodos do ajustamento de curvas não tornam possível uma escolha bem segura entre estes modelos, o que relembra a situação da forma da função psicométrica discutida acima.

É bastante interessante que o critério sensorial proposto por Luce é o número de unidades quantitativas requeridas pelo observador para definir o estado de detecção. Contudo, há acordo a respeito de um ponto muito importante: Que se deve fazer uma medida cuidadosa dos falsos alarmes para distinguir entre o critério de resposta e a sensibilidade.

Mesmo que se deve ter em mente as limitações dos limiares psicofísicos, seria decepcionante terminar este capítulo metodológico sem lembrar de alguns dos mais belos e preciosos dados obtidos pelos procedimentos psicofísicos clássicos.

A Figura 22 apresenta um dos muitos possíveis exemplos desse tipo de dados. No experimento que forneceu os dados da Figura 23 flashes de luz foram apresentados ao observador. A intensidade do flash foi colocada numa escala logarítmica na abcissa.

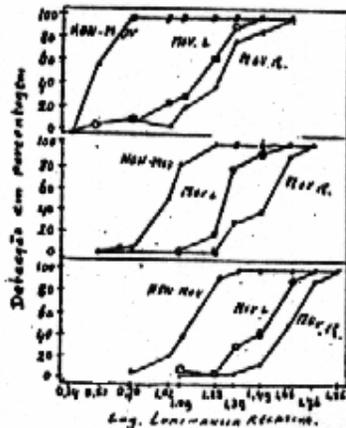


Fig. 23. Dados de Volkmann (1962) sobre a detecção de alvos visuais durante um movimento voluntário sacádico do olho para esquerda (NOVL) ou para a direita (NOVR), comparada com a condição controle de não-movimento (NOKMOV). Método dos estímulos constantes no qual a porcentagem de alvos vistos é projetada como uma função do log da relativa luminância do alvo.

RESULTADOS DE 3 SUJ.

As intensidade variam numa amplitude suficientemente grande para que os flashes mais brilhantes são quase sempre mencionados como vistos e os mais fracos quase sempre como não vistos por um observador experiente.

Em outras palavras, os flashes mais brilhantes são caracterizados por uma função de densidade gaussiana de estímulo mais ruído (ver Fig. 15) que está quase inteiramente além da densidade do ruído, enquanto os flashes mais fracos são caracterizados por uma função de densidade, que não se distingue daquela do ruído sozinho.

Note-se, contudo, que as várias condições do experimento com relação aos movimentos dos olhos resultam em diferenças sistemáticas na detecção.

Portanto é possível tirar-se a conclusão de que essas condições experimentais produziram mudanças significativas na detectabilidade dos estímulos visuais. De modo particular fica claro que para cada observador pode ser planejada uma luminância tal que o estímulo seja quase sempre mencionado como visto pelo olho em movimento. Esse fato, com uma análise estatística adequada aos dados para todos os sujeitos, justificou o uso neste experimento do método tradicional dos estímulos constantes, e assegurou a conclusão de que a visão é significamente diminuída durante o movimento ocular.

A teoria da detecção do sinal é uma das poucas contribuições importantes feita à psicofísica, desde Fechner, e é pelo menos parcialmente responsável pelo novo

interesse em psicofísica, que levou a uma tradução do “Element der Psychophysik” de Fechner em inglês, cem anos depois de sua publicação. Uma outra razão da renovação da psicofísica é o esforço de ss. Stevens em relação às escalas psicofísicas e psicométricas.

Como foi notado no início, Fechner estava inicialmente interessado neste problema. A detecção e a discriminação são tópicos importantes e interessantes por si só, mas para Fechner eles representam um meio para solucionar o problema mais importante da lei que governa a relação entre a magnitude do estímulo e a magnitude psicológica, ao longo de toda variação de valores.