

Limiar

Conceito de limiar
Observ. real X ideal
Observ. conserv. X
n. conserv.

Deter. limiar

M. lim. ascendentes
M. lim. descendentes
M. escada
M. estim. constt.
M. ajuste
M. escolha forçada

Th detec. sinal

Efeito do ruído
Efeito critério obsrv.
Curva oper. caract.

Lei de Weber

Limiar de diferencial
Const. contraste

Apl. sensação

Lei de Fechner
Lei de Stevens

Métodos de medição psicofísica

Óptica Visual

S. Mogo

Departamento de Física
Universidade da Beira Interior

2020 / 21

Limiar

Conceito de limiar
Observ. real X ideal
Observ. conserv. X
n. conserv.

Deter. limiar

M. lim. ascendentes
M. lim. descendentes
M. escada
M. estim. constt.
M. ajuste
M. escolha forçada

Th detec. sinal

Efeito do ruído
Efeito critério obsrv.
Curva oper. caract.

Lei de Weber

Limiar de diferencial
Const. contraste

Apl. sensação

Lei de Fechner
Lei de Stevens

Outline

- 1 Limiar**
 - Conceito de limiar
 - Observador real X ideal
 - Observadores conservadores e não conservadores
- 2 Técnicas de determinação do limiar**
 - Método dos limites ascendentes
 - Método dos limites descendentes
 - Método de escada
 - Método de estímulo constante
 - Método de ajuste
 - Método da escolha forçada
- 3 Teoria de detecção do sinal**
 - Efeito do ruído na determinação do limiar
 - Efeito do critério do observador
 - Curvas de operação característica do receptor
- 4 Lei de Weber**
 - Limiar de diferencial
 - Constância do contraste
- 5 Amplitude da sensação**
 - Lei de Fechner
 - Lei de Stevens

Metodologia psicofísica

Psicofísica → ciência que estuda a relação entre os estímulos físicos e a percepção a que dão origem.



Limiar

Conceito de limiar
Observ. real X ideal
Observ. conserv. X
n. conserv.

Deter. limiar

M. lim. ascendentes
M. lim. descendentes
M. escada
M. estim. constt.
M. ajuste
M. escolha forçada

Th detec. sinal

Efeito do ruído
Efeito critério obsrv.
Curva oper. caract.

Lei de Weber

Limiar de diferencial
Const. contraste

Apl. sensação

Lei de Fechner
Lei de Stevens

Limiar

Conceito de limiar
Observ. real X ideal
Observ. conserv. X
n. conserv.

Deter. limiar

M. lim. ascendentes
M. lim. descendentes
M. escada
M. estim. constt.
M. ajuste
M. escolha forçada

Th detec. sinal

Efeito do ruído
Efeito critério obsrv.
Curva oper. caract.

Lei de Weber

Limiar de diferencial
Const. contraste

Apl. sensação

Lei de Fechner
Lei de Stevens

Metodologia psicofísica

Psicofísica → ciência que estuda a relação entre os estímulos físicos e a percepção a que dão origem.



MARTINI HOUSE

Limiar

Conceito de limiar
Observ. real X ideal
Observ. conserv. X
n. conserv.

Deter. limiar

M. lim. ascendentes
M. lim. descendentes
M. escada
M. estim. constt.
M. ajuste
M. escolha forçada

Th detec. sinal

Efeito do ruído
Efeito critério obsrv.
Curva oper. caract.

Lei de Weber

Limiar de diferencial
Const. contraste

Apl. sensação

Lei de Fechner
Lei de Stevens

Metodologia psicofísica

Muitos procedimentos habituais em **optometria clínica** utilizam técnicas de **psicofísica**.

Exemplos:

- medição da AV;
- campos visuais.



Compreender as metodologias e teorias psicofísicas pode ser útil para ajudar a **interpretar melhor os resultados dos testes clínicos**.



As últimas décadas têm sido muito produtivas em estudos psicofísicos. Vamos agora introduzir alguns conceitos úteis para a psicofísica.

1 Limiar

Conceito de limiar

Observador real X ideal

Observadores conservadores e não conservadores

2 Técnicas de determinação do limiar

Método dos limites ascendentes

Método dos limites descendentes

Método de escada

Método de estímulo constante

Método de ajuste

Método da escolha forçada

3 Teoria de detecção do sinal

Efeito do ruído na determinação do limiar

Efeito do critério do observador

Curvas de operação característica do receptor

4 Lei de Weber

Limiar de diferencial

Constância do contraste

5 Amplitude da sensação

Lei de Fechner

Lei de Stevens

Limiar

Conceito de limiar

Observ. real X ideal

Observ. conserv. X
n. conserv.

Deter. limiar

M. lim. ascendentes

M. lim. descendentes

M. escada

M. estim. constt.

M. ajuste

M. escolha forçada

Th detec. sinal

Efeito do ruído

Efeito critério obsrv.

Curva oper. caract.

Lei de Weber

Limiar de diferencial

Const. contraste

Apl. sensação

Lei de Fechner

Lei de Stevens

Limiar

Conceito de limiar

Observ. real X ideal
Observ. conserv. X
n. conserv.

Deter. limiar

M. lim. ascendentes
M. lim. descendentes
M. escada
M. estim. constt.
M. ajuste
M. escolha forçada

Th detec. sinal

Efeito do ruído
Efeito critério obsrv.
Curva oper. caract.

Lei de Weber

Limiar de diferencial
Const. contraste

Apl. sensação

Lei de Fechner
Lei de Stevens

Muitas experiências psicofísicas e muitos procedimentos clínicos implicam a determinação de um limiar.

★

Limiar → mínima quantidade de estímulo que pode ser detectada.

Exemplos:

AV: limiar é o mínimo ângulo de resolução;

CV: limiar é a mínima intensidade luminosa detectável.

E E E E E E E E E E E



Observador real X ideal

Limiar

Conceito de limiar

Observ. real X ideal

Observ. conserv. X
n. conserv.

Deter. limiar

M. lim. ascendentes

M. lim. descendentes

M. escada

M. estim. constt.

M. ajuste

M. escolha forçada

Th detec. sinal

Efeito do ruído

Efeito critério obsrv.

Curva oper. caract.

Lei de Weber

Limiar de diferencial

Const. contraste

Apl. sensação

Lei de Fechner

Lei de Stevens

Observador perfeito (ideal) → é aquele para o qual se obtém o mesmo valor de limiar cada vez que se repete a medição.

Observador real → é aquele para o qual o valor do limiar pode variar em diferentes apresentações do mesmo estímulo.



Na prática, se a medição for repetida sucessivamente, o limiar obtido vai variando:

- isto ocorre porque os seres humanos não são observadores perfeitos;
- e, por esta razão, a determinação do limiar torna-se uma tarefa complicada.

Limiar de um observador real

Limiar

Conceito de limiar

Observ. real X ideal

Observ. conserv. X
n. conserv.

Deter. limiar

M. lim. ascendentes

M. lim. descendentes

M. escada

M. estim. constt.

M. ajuste

M. escolha forçada

Th detec. sinal

Efeito do ruído

Efeito critério obsrv.

Curva oper. caract.

Lei de Weber

Limiar de diferencial

Const. contraste

Apl. sensação

Lei de Fechner

Lei de Stevens

Como não existem observadores ideais, a definição de limiar baseia-se em considerações teóricas.



Normalmente, o limiar de um observador real é definido como sendo o valor de intensidade que dá origem a detecção do estímulo em metade das apresentações.

Exemplo clínico: o valor de AV atingido é aquele para o qual o observador detecta 50%+1 dos optótipos dessa linha de AV.

Limiar

Conceito de limiar

Observ. real X ideal

Observ. conserv. X
n. conserv.

Deter. limiar

M. lim. ascendentes

M. lim. descendentes

M. escada

M. estim. constt.

M. ajuste

M. escolha forçada

Th detec. sinal

Efeito do ruído

Efeito critério obsrv.

Curva oper. caract.

Lei de Weber

Limiar de diferencial

Const. contraste

Apl. sensação

Lei de Fechner

Lei de Stevens

- Os seres humanos não são observadores ideais porque somos sistemas biológicos complexos e não sistemas mecânicos;
- cada estímulo dá origem a actividade neuronal e se esta for suficientemente forte, o estímulo é percebido;
- no entanto, existe **ruído neuronal** aleatório inerente ao sistema visual e o estímulo só é percebido no caso de se destacar acima desse ruído;
- o ruído neuronal varia no tempo e é imprevisível em cada instante, logo, o limiar é variável;
- outros factores que afectam o limiar são: **atenção**, **motivação**, **cansaço**, ...

Observadores conservadores e não conservadores

Nem todos os observadores partilham dos mesmos critérios, uns comportam-se como conservadores e outros como não conservadores.



Observador conservador → só indicam percepção do estímulo quando têm a certeza absoluta.

Observador não conservador → podem não ter certeza mas indicam logo percepção do estímulo.



Observador conservador = baixa sensibilidade
Observador não conservador = alta sensibilidade

Este comportamento pode variar não só de observador para observador mas, no mesmo observador, entre dois testes.



Complica a interpretação de resultados.

Limiar

Conceito de limiar
Observ. real X ideal
Observ. conserv. X
n. conserv.

Deter. limiar

M. lim. ascendentes
M. lim. descendentes
M. escada
M. estim. constt.
M. ajuste
M. escolha forçada

Th detec. sinal

Efeito do ruído
Efeito critério obsrv.
Curva oper. caract.

Lei de Weber

Limiar de diferencial
Const. contraste

Apl. sensação

Lei de Fechner
Lei de Stevens

Outline

- 1** Limiar
 - Conceito de limiar
 - Observador real X ideal
 - Observadores conservadores e não conservadores
- 2** Técnicas de determinação do limiar
 - Método dos limites ascendentes
 - Método dos limites descendentes
 - Método de escada
 - Método de estímulo constante
 - Método de ajuste
 - Método da escolha forçada
- 3** Teoria de detecção do sinal
 - Efeito do ruído na determinação do limiar
 - Efeito do critério do observador
 - Curvas de operação característica do receptor
- 4** Lei de Weber
 - Limiar de diferencial
 - Constância do contraste
- 5** Amplitude da sensação
 - Lei de Fechner
 - Lei de Stevens

Técnicas de determinação do limiar

Limiar

Conceito de limiar

Observ. real X ideal

Observ. conserv. X

n. conserv.

Deter. limiar

M. lim. ascendentes

M. lim. descendentes

M. escada

M. estim. constt.

M. ajuste

M. escolha forçada

Th detec. sinal

Efeito do ruído

Efeito critério obsrv.

Curva oper. caract.

Lei de Weber

Limiar de diferencial

Const. contraste

Apl. sensação

Lei de Fechner

Lei de Stevens

Existem diversos métodos para determinar o limiar.



O método mais adequado depende da natureza da experiência.

Método dos limites ascendentes

Limiar

Conceito de limiar

Observ. real X ideal

Observ. conserv. X
n. conserv.

Deter. limiar

M. lim. ascendentes

M. lim. descendentes

M. escada

M. estim. constt.

M. ajuste

M. escolha forçada

Th detec. sinal

Efeito do ruído

Efeito critério obsrv.

Curva oper. caract.

Lei de Weber

Limiar de diferencial

Const. contraste

Apl. sensação

Lei de Fechner

Lei de Stevens

- No início do procedimento o estímulo encontra-se abaixo do limiar e não é perceptível;
- seguidamente aumenta-se a intensidade do estímulo até que o observador o perceba;
- repete-se várias vezes e o resultado médio obtido corresponde ao valor do limiar.

Vantagens:

- testes de adaptação ao escuro;
- onde seja importante o estado de adaptação retiniano.

Desvantagens:

- o observador sabe que vai chegar um momento em que passa a perceber um estímulo \Rightarrow pode tentar antecipar o momento \Rightarrow **obtenção de valores de limiar artificialmente baixos;**
- se o teste se inicia sempre no mesmo valor de intensidade, o observador pode responder com base no momento em que percebeu o estímulo nas tentativas anteriores.

Limiar

Conceito de limiar
Observ. real X ideal
Observ. conserv. X
n. conserv.

Deter. limiar

M. lim. ascendentes
M. lim. descendentes
M. escada
M. estim. constt.
M. ajuste
M. escolha forçada

Th detec. sinal

Efeito do ruído
Efeito critério obsrv.
Curva oper. caract.

Lei de Weber

Limiar de diferencial
Const. contraste

Apl. sensação

Lei de Fechner
Lei de Stevens

Método dos limites descendentes

- Essencialmente é o oposto do método anterior;
- o procedimento inicia-se com estímulos claramente perceptíveis e a intensidade é diminuída progressivamente até que o estímulo deixe de ser percebido;
- sofre dos mesmos inconvenientes que o método anterior.

Exemplo:

- medição da AV: limiar ocorre quando os optótipos são demasiado pequenos para serem resolvidos.

Método de estímulo constante

- A intensidade do estímulo varia aleatoriamente de apresentação para apresentação;
- muitas vezes são incluídas apresentações sem estímulo;
- este procedimento permite controlar a qualidade das respostas (respostas falsas positivas);
- os testes apresentados com este método são por vezes denominados **testes de tipo sim-não** porque aos observadores é pedida uma resposta do tipo sim (percebe o estímulo) ou não (não percebe o estímulo.)

		ESTÍMULO	
		SIM	NÃO
RESPOSTA	VÊ	acerto	falso positivo
	NÃO VÊ	erro	rejeição correcta

Limiar

Conceito de limiar

Observ. real X ideal

Observ. conserv. X
n. conserv.

Deter. limiar

M. lim. ascendentes

M. lim. descendentes

M. escada

M. estim. constt.

M. ajuste

M. escolha forçada

Th detec. sinal

Efeito do ruído

Efeito critério obsrv.

Curva oper. caract.

Lei de Weber

Limiar de diferencial

Const. contraste

Apl. sensação

Lei de Fechner

Lei de Stevens

Limiar

Conceito de limiar

Observ. real X ideal

Observ. conserv. X

n. conserv.

Deter. limiar

M. lim. ascendentes

M. lim. descendentes

M. escada

M. estim. constt.

M. ajuste

M. escolha forçada

Th detec. sinal

Efeito do ruído

Efeito critério obsrv.

Curva oper. caract.

Lei de Weber

Limiar de diferencial

Const. contraste

Apl. sensação

Lei de Fechner

Lei de Stevens

Método de ajuste

- O observador possui algum tipo de comando que deve ajustar até que o estímulo se torne perceptível;
- este método sofre dos mesmos problemas de antecipação anteriormente referidos.

Método da escolha forçada

Limiar

Conceito de limiar
Observ. real X ideal
Observ. conserv. X
n. conserv.

Deter. limiar

M. lim. ascendentes
M. lim. descendentes
M. escada
M. estim. constt.
M. ajuste
M. escolha forçada

Th detec. sinal

Efeito do ruído
Efeito critério obsrv.
Curva oper. caract.

Lei de Weber

Limiar de diferencial
Const. contraste

Apl. sensação

Lei de Fechner
Lei de Stevens

Todos os métodos anteriores apresentam o mesmo problema:
nem todos os observadores partilham dos mesmos critérios, uns
comportam-se como conservadores e outros como
não conservadores.

Limiar

Conceito de limiar
Observ. real X ideal
Observ. conserv. X
n. conserv.

Deter. limiar

M. lim. ascendentes
M. lim. descendentes
M. escada
M. estim. constt.
M. ajuste
M. escolha forçada

Th detec. sinal

Efeito do ruído
Efeito critério obsrv.
Curva oper. caract.

Lei de Weber

Limiar de diferencial
Const. contraste

Apl. sensação

Lei de Fechner
Lei de Stevens

Outline

- 1** Limiar
 - Conceito de limiar
 - Observador real X ideal
 - Observadores conservadores e não conservadores
- 2** Técnicas de determinação do limiar
 - Método dos limites ascendentes
 - Método dos limites descendentes
 - Método de escada
 - Método de estímulo constante
 - Método de ajuste
 - Método da escolha forçada
- 3** Teoria de detecção do sinal
 - Efeito do ruído na determinação do limiar
 - Efeito do critério do observador
 - Curvas de operação característica do receptor
- 4** Lei de Weber
 - Limiar de diferencial
 - Constância do contraste
- 5** Amplitude da sensação
 - Lei de Fechner
 - Lei de Stevens

Teoria de detecção do sinal

Limiar

Conceito de limiar
Observ. real X ideal
Observ. conserv. X
n. conserv.

Deter. limiar

M. lim. ascendentes
M. lim. descendentes
M. escada
M. estim. constt.
M. ajuste
M. escolha forçada

Th detec. sinal

Efeito do ruído
Efeito critério obsrv.
Curva oper. caract.

Lei de Weber

Limiar de diferencial
Const. contraste

Apl. sensação

Lei de Fechner
Lei de Stevens

O limiar pode ser influenciado por uma série de factores, incluindo:

- critérios de decisão do observador;
- atenção / motivação;
- ruído neuronal.

A **teoria de detecção do sinal** pode ser utilizada para prever o efeito de alguns desses factores:

- assume um fundo de actividade neuronal aleatória — **ruído**;
- a função do observador é distinguir a combinação “sinal + ruído” ($R+S$) do ruído simples (R).

Limiar

Conceito de limiar
Observ. real X ideal
Observ. conserv. X
n. conserv.

Deter. limiar

M. lim. ascendentes
M. lim. descendentes
M. escada
M. estim. constt.
M. ajuste
M. escolha forçada

Th detec. sinal

Efeito do ruído
Efeito critério obsrv.
Curva oper. caract.

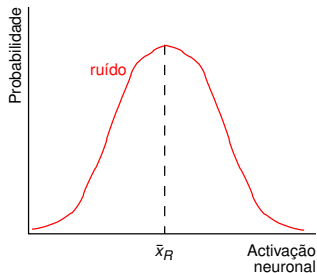
Lei de Weber

Limiar de diferencial
Const. contraste

Apl. sensação

Lei de Fechner
Lei de Stevens

Ruído



Este gráfico representa a **probabilidade** de atingir um determinado nível de ativação neuronal num determinado instante.

Por vezes o ruído será elevado e por vezes será baixo, estando aleatoriamente distribuído ao longo do tempo.

Limiar

Conceito de limiar
Observ. real X ideal
Observ. conserv. X
n. conserv.

Deter. limiar

M. lim. ascendentes
M. lim. descendentes
M. escada
M. estim. constt.
M. ajuste
M. escolha forçada

Th detec. sinal

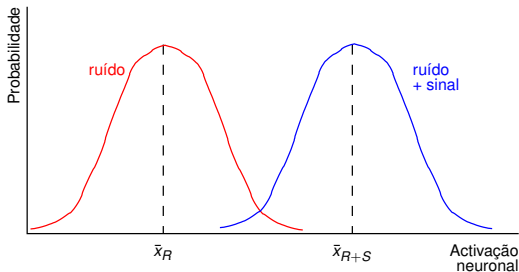
Efeito do ruído
Efeito critério obsrv.
Curva oper. caract.

Lei de Weber

Limiar de diferencial
Const. contraste

Apl. sensação

Lei de Fechner
Lei de Stevens



O **signal** produzido por um estímulo dá origem a um nível de activação neuronal constante, S, que pode ser adicionado à distribuição do ruído, R, para produzir uma distribuição R+S.

Limiar

Conceito de limiar
Observ. real X ideal
Observ. conserv. X
n. conserv.

Deter. limiar

M. lim. ascendentes
M. lim. descendentes
M. escada
M. estim. constt.
M. ajuste
M. escolha forçada

Th detec. sinal

Efeito do ruído
Efeito critério obsrv.
Curva oper. caract.

Lei de Weber

Limiar de diferencial
Const. contraste

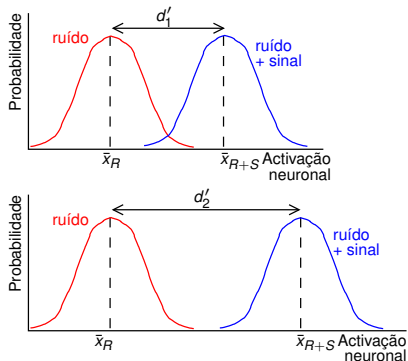
Apl. sensação

Lei de Fechner
Lei de Stevens

Detectabilidade

Detectabilidade

Quanto maior for o sinal,
mais fácil será para o
observador distingui-lo do
ruído:



- as distribuições R e R+S afastam-se e a **detectabilidade**, d' , do sinal aumenta;
- no gráfico superior a detectabilidade é baixa e existe mesmo sobreposição entre as duas distribuições, R e R+S;
- no gráfico inferior é fácil para o observador saber se a activação neuronal é devida a ruído ou a ruído + sinal.

Limiar

Conceito de limiar
Observ. real X ideal
Observ. conserv. X
n. conserv.

Deter. limiar

M. lim. ascendentes
M. lim. descendentes
M. escada
M. estim. constt.
M. ajuste
M. escolha forçada

Th detec. sinal

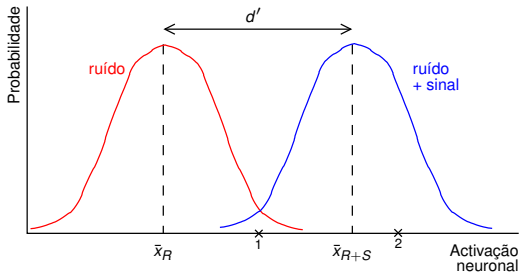
Efeito do ruído
Efeito critério obsrv.
Curva oper. caract.

Lei de Weber

Limiar de diferencial
Const. contraste

Apl. sensação

Lei de Fechner
Lei de Stevens



- No ponto 1, o nível de activação neuronal pode ser devido apenas a ruído ou ruído + sinal;
(o observador não tem maneira de confirmar que o estímulo está presente)
- no ponto 2, o nível de activação neuronal só pode ser devido à presença de estímulo.

Efeito do critério do observador

Teste do tipo sim-não:

- *observador conservador*: só indica percepção quando tem certeza absoluta;
- *observador não conservador*: indica percepção mesmo sem ter certeza absoluta;
- *observador moderado*.

		ESTÍMULO	
		SIM	NÃO
RESPOSTA	VÊ	acerto	falso positivo
	NÃO VÊ	erro	rejeição correcta

Vamos agora estudar as curvas de probabilidade de activação neuronal para os três tipos de observadores.

Nos três casos a detectabilidade é igual mas vamos ver que o limiar varia entre observadores conservadores, moderados e não conservadores.

Limiar

Conceito de limiar
Observ. real X ideal
Observ. conserv. X
n. conserv.

Deter. limiar

M. lim. ascendentes
M. lim. descendentes
M. escada
M. estim. constt.
M. ajuste
M. escolha forçada

Th detec. sinal

Efeito do ruído
Efeito critério obsrv.
Curva oper. caract.

Lei de Weber

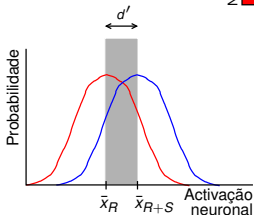
Limiar de diferencial
Const. contraste

Apl. sensação

Lei de Fechner
Lei de Stevens

Efeito do critério do observador

		ESTÍMULO	
		SIM	NÃO
RESPOSTA	VE	acerto	falso positivo
	VE	erro	rejeição correcta



Limiar

- Conceito de limiar
- Observ. real X ideal
- Observ. conserv. X n. conserv.

Deter. limiar

- M. lim. ascendentes
- M. lim. descendentes
- M. escada
- M. estim. constt.
- M. ajuste
- M. escolha forçada

Th detec. sinal

- Efeito do ruído
- Efeito critério obsrv.**
- Curva oper. caract.

Lei de Weber

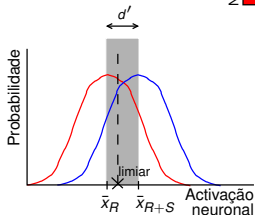
- Limiar de diferencial
- Const. contraste

Apl. sensação

- Lei de Fechner
- Lei de Stevens

Efeito do critério do observador

		ESTÍMULO	
		SIM	NÃO
RESPOSTA	VE	acerto	falso positivo
	VE	erro	rejeição correcta



Limiar

- Conceito de limiar
- Observ. real X ideal
- Observ. conserv. X n. conserv.

Deter. limiar

- M. lim. ascendentes
- M. lim. descendentes
- M. escada
- M. estim. constt.
- M. ajuste
- M. escolha forçada

Th detec. sinal

- Efeito do ruído
- Efeito critério obsrv.**
- Curva oper. caract.

Lei de Weber

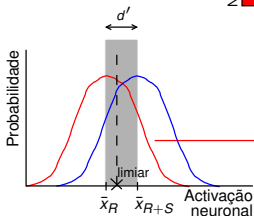
- Limiar de diferencial
- Const. contraste

ApI. sensação

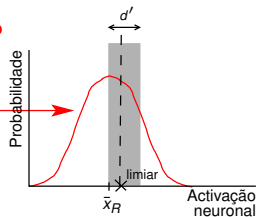
- Lei de Fechner
- Lei de Stevens

Efeito do critério do observador

		ESTÍMULO	
		SIM	NÃO
RESPOSTA	VE	acerto	falso positivo
	NÃO VE	erro	rejeição correcta



RUÍDO



Limiar

Conceito de limiar

Observ. real X ideal

Observ. conserv. X

n. conserv.

Deter. limiar

M. lim. ascendentes

M. lim. descendentes

M. escada

M. estim. constt.

M. ajuste

M. escolha forçada

Th detec. sinal

Efeito do ruído

Efeito critério obsrv.

Curva oper. caract.

Lei de Weber

Limiar de diferencial

Const. contraste

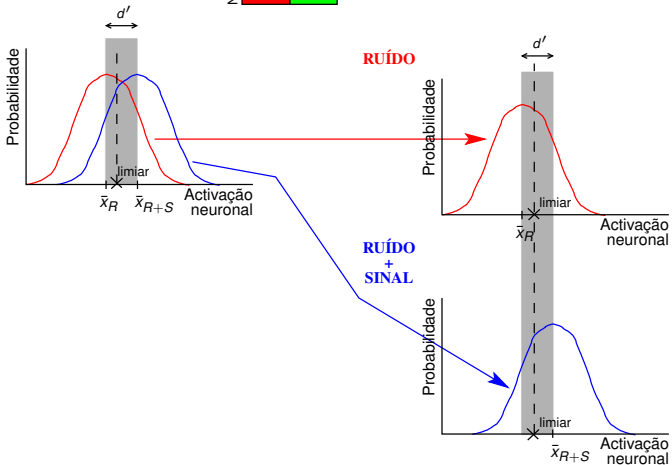
Apl. sensação

Lei de Fechner

Lei de Stevens

Efeito do critério do observador

		ESTÍMULO	
		SIM	NÃO
RESPOSTA	VE	acerto	falso positivo
	VE	erro	rejeição correcta



Limiar

- Conceito de limiar
- Observ. real X ideal
- Observ. conserv. X n. conserv.

Deter. limiar

- M. lim. ascendentes
- M. lim. descendentes
- M. escada
- M. estim. constt.
- M. ajuste
- M. escolha forçada

Th detec. sinal

- Efeito do ruído
- Efeito critério obsrv.
- Curva oper. caract.

Lei de Weber

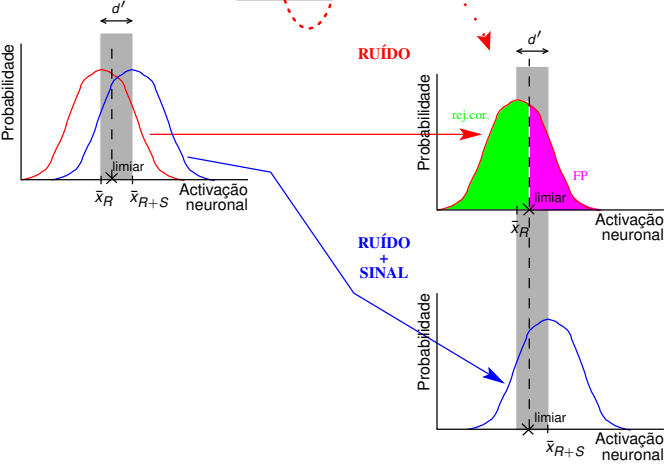
- Limiar de diferencial
- Const. contraste

Apl. sensação

- Lei de Fechner
- Lei de Stevens

Efeito do critério do observador

	ESTÍMULO	
	SIM	NÃO
RESPOSTA	acerto	falso positivo
NÃO VE VE	erro	rejeição correcta



Limiar
 Conceito de limiar
 Observ. real X ideal
 Observ. conserv. X n. conserv.

Deter. limiar
 M. lim. ascendentes
 M. lim. descendentes
 M. escada
 M. estim. constt.
 M. ajuste
 M. escolha forçada

Th detec. sinal
 Efeito do ruído
 Efeito critério obsrv.
 Curva oper. caract.

Lei de Weber
 Limiar de diferencial
 Const. contraste

Apl. sensação
 Lei de Fechner
 Lei de Stevens

Efeito do critério do observador

Limiar

Conceito de limiar
 Observ. real X ideal
 Observ. conserv. X n. conserv.

Deter. limiar

- M. lim. ascendentes
- M. lim. descendentes
- M. escada
- M. estim. constt.
- M. ajuste
- M. escolha forçada

Th detec. sinal

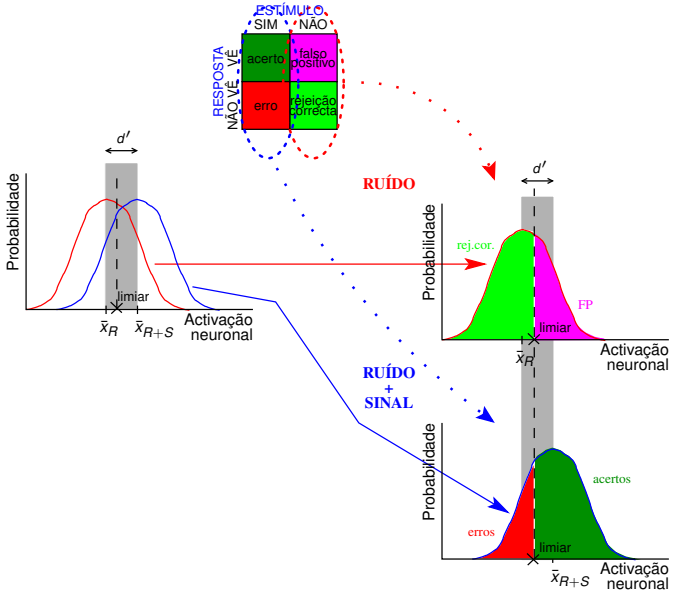
Efeito do ruído
 Efeito critério obsrv.
 Curva oper. caract.

Lei de Weber

Limiar de diferencial
 Const. contraste

Apl. sensação

Lei de Fechner
 Lei de Stevens



Efeito do critério do observador

Límiar

- Conceito de límiar
- Observ. real X ideal
- Observ. conserv. X n. conserv.

Deter. límiar

- M. lim. ascendentes
- M. lim. descendentes
- M. escada
- M. estim. constt.
- M. ajuste
- M. escolha forçada

Th detec. sinal

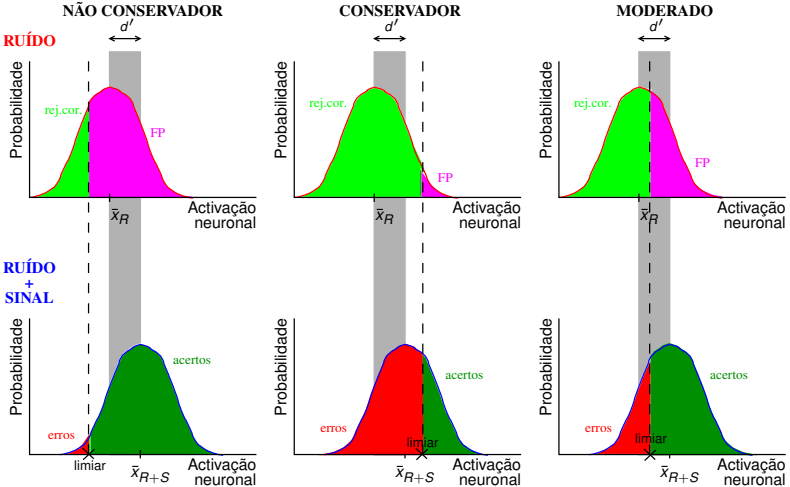
- Efeito do ruído
- Efeito critério obsrv.
- Curva oper. caract.

Lei de Weber

- Límiar de diferencial
- Const. contraste

Apl. sensação

- Lei de Fechner
- Lei de Stevens



Efeito do critério do observador

Limiar

Conceito de limiar
Observ. real X ideal
Observ. conserv. X
n. conserv.

Deter. limiar

M. lim. ascendentes
M. lim. descendentes
M. escada
M. estim. constt.
M. ajuste
M. escolha forçada

Th detec. sinal

Efeito do ruído
Efeito critério obsrv.
Curva oper. caract.

Lei de Weber

Limiar de diferencial
Const. contraste

Apl. sensação

Lei de Fechner
Lei de Stevens

Observador não conservador:

- poucos erros; \Rightarrow limiar mais baixo \Rightarrow > sensibilidade
- muitos falsos positivos.

Observador conservador:

- menos acertos; \Rightarrow limiar mais alto \Rightarrow < sensibilidade
- poucos falsos positivos

Limiar

Conceito de limiar
Observ. real X Ideal
Observ. conserv. X
n. conserv.

Deter. limiar

M. lim. ascendentes
M. lim. descendentes
M. escada
M. estim. constt.
M. ajuste
M. escolha forçada

Th detec. sinal

Efeito do ruído
Efeito critério obsrv.
Curva oper. caract.

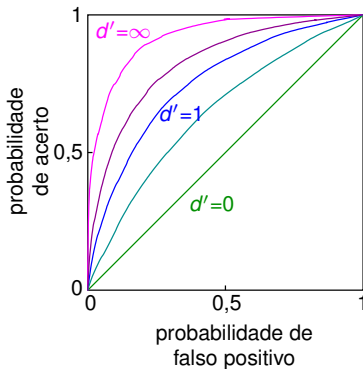
Lei de Weber

Limiar de diferencial
Const. contraste

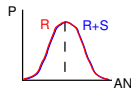
Apl. sensação

Lei de Fechner
Lei de Stevens

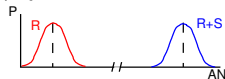
Curvas de operação característica



- Para $d' = 0$ a curva de operação característica é uma recta: o estímulo é tão fraco que não produz sinal \Rightarrow probab. de acerto = probab. de falso posit. qq. que seja o tipo de observador;



- Para $d' = \infty$ o estímulo produz um sinal infinitamente grande: o observador vê sempre o estímulo e nunca há falsos positivos \Rightarrow critério do observador não tem efeito na proporção de acertos e falsos positivos.



Curvas de operação característica

Controle do critério do observador

Podem ser introduzidos **prémios** pelos acertos e **penalizações** pelos falsos positivos:

Exemplo:

- cada acerto = +5€
- falso positivo = -20€ \Rightarrow torna critério + conservador
(se diminuirmos a penalização, o critério fica menos conservador)

Limiar

Conceito de limiar
Observ. real X ideal
Observ. conserv. X
n. conserv.

Deter. limiar

M. lim. ascendentes
M. lim. descendentes
M. escada
M. estim. constt.
M. ajuste
M. escolha forçada

Th detec. sinal

Efeito do ruído
Efeito critério obsrv.
Curva oper. caract.

Lei de Weber

Limiar de diferencial
Const. contraste

Apl. sensação

Lei de Fechner
Lei de Stevens

Outline

- 1** **Limiar**
 - Conceito de limiar
 - Observador real X ideal
 - Observadores conservadores e não conservadores
- 2** **Técnicas de determinação do limiar**
 - Método dos limites ascendentes
 - Método dos limites descendentes
 - Método de escada
 - Método de estímulo constante
 - Método de ajuste
 - Método da escolha forçada
- 3** **Teoria de detecção do sinal**
 - Efeito do ruído na determinação do limiar
 - Efeito do critério do observador
 - Curvas de operação característica do receptor
- 4** **Lei de Weber**
 - Limiar de diferencial
 - Constância do contraste
- 5** **Amplitude da sensação**
 - Lei de Fechner
 - Lei de Stevens

Limiar

Conceito de limiar
Observ. real X ideal
Observ. conserv. X
n. conserv.

Deter. limiar

M. lim. ascendentes
M. lim. descendentes
M. escada
M. estim. constt.
M. ajuste
M. escolha forçada

Th detec. sinal

Efeito do ruído
Efeito critério obsrv.
Curva oper. caract.

Lei de Weber

Limiar de diferencial
Const. contraste

Apl. sensação

Lei de Fechner
Lei de Stevens

Temos vindo a falar da determinação do limiar por vários métodos e do controle dos factores que o podem afectar.

Ainda não levamos em conta o **efeito do fundo** contra o qual o estímulo é detectado.



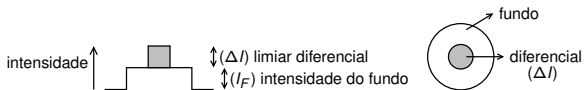
No entanto, muitas experiências em psicofísica envolvem a determinação de um **limiar de incremento diferencial** que pode ser detectado sobre um determinado fundo.

Exemplo: experiência realizada para estudar o mecanismo de adaptação à claridade.

Lei de Weber

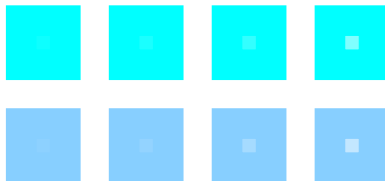
Limiar de diferencial

- Experiência de **adaptação à claridade**:



A adaptação à claridade é estudada com um procedimento de **limiar diferencial**:

- o limiar é determinado com um *flash* de luz (diferencial) que é apresentado sobre um fundo de intensidade uniforme;
- a intensidade do fundo é aumentada e repete-se a medida do limiar.



Limiar

Conceito de limiar

Observ. real X ideal

Observ. conserv. X
n. conserv.

Deter. limiar

M. lim. ascendentes

M. lim. descendentes

M. escada

M. estim. constt.

M. ajuste

M. escolha forçada

Th detec. sinal

Efeito do ruído

Efeito critério obsrv.

Curva oper. caract.

Lei de Weber

Limiar de diferencial

Const. contraste

Apl. sensação

Lei de Fechner

Lei de Stevens

Limiar

Conceito de limiar
Observ. real X ideal
Observ. conserv. X
n. conserv.

Deter. limiar

M. lim. ascendentes
M. lim. descendentes
M. escada
M. estim. constt.
M. ajuste
M. escolha forçada

Th detec. sinal

Efeito do ruído
Efeito critério obsrv.
Curva oper. caract.

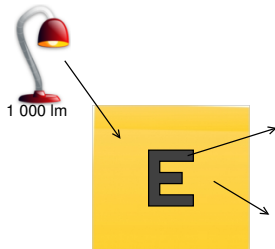
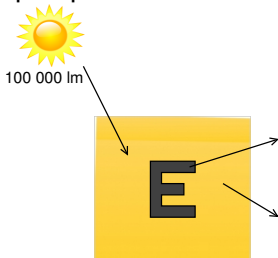
Lei de Weber

Limiar de diferencial
Const. contraste

Apl. sensação

Lei de Fechner
Lei de Stevens

Considere um optótipo que reflecte 10% da luz que lhe incide, enquanto o fundo reflecte 10,4%. Determine a fracção de Weber em condições de forte iluminação (100 000 lm) e em condições de iluminação atenuada (1 000 lm). O que pode concluir sobre a percepção do optótipo em ambas situações?



Exercício

Limiar

- Conceito de limiar
- Observ. real X ideal
- Observ. conserv. X n. conserv.

Deter. limiar

- M. lim. ascendentes
- M. lim. descendentes
- M. escada
- M. estim. constt.
- M. ajuste
- M. escolha forçada

Th detec. sinal

- Efeito do ruído
- Efeito critério obsrv.
- Curva oper. caract.

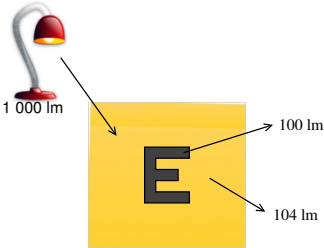
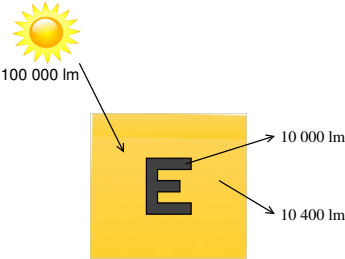
Lei de Weber

- Limiar de diferencial

Const. contraste

Apl. sensação

- Lei de Fechner
- Lei de Stevens



Limiar

Conceito de limiar
Observ. real X ideal
Observ. conserv. X
n. conserv.

Deter. limiar

M. lim. ascendentes
M. lim. descendentes
M. escada
M. estim. constt.
M. ajuste
M. escolha forçada

Th detec. sinal

Efeito do ruído
Efeito critério obsrv.
Curva oper. caract.

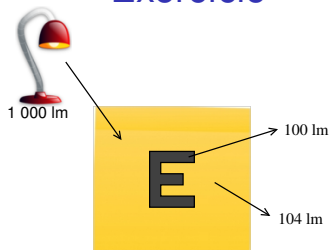
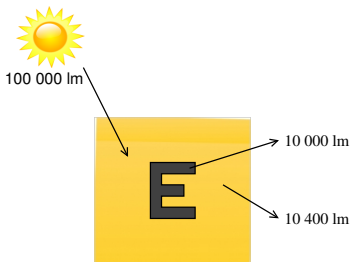
Lei de Weber

Limiar de diferencial
Const. contraste

Apl. sensação

Lei de Fechner
Lei de Stevens

Exercício



$$K = \frac{\Delta I}{I_F} = \frac{10400 - 10000}{10400} = 0,038$$

$$K = \frac{\Delta I}{I_F} = \frac{104 - 100}{104} = 0,038$$

Conclusão: O optótipo não se torna mais visível quando mais luz é reflectida nele \Rightarrow a aparência do optótipo é a mesma em ambas condições de iluminação.



O olho humano evoluiu para detectar contrastes e não para detectar luminâncias absolutas.

Limiar

Conceito de limiar
Observ. real X ideal
Observ. conserv. X
n. conserv.

Deter. limiar

M. lim. ascendentes
M. lim. descendentes
M. escada
M. estim. constt.
M. ajuste
M. escolha forçada

Th detec. sinal

Efeito do ruído
Efeito critério obsrv.
Curva oper. caract.

Lei de Weber

Limiar de diferencial
Const. contraste

Apl. sensação

Lei de Fechner
Lei de Stevens

Lei de Weber

Constância do contraste

À medida que a intensidade do fundo aumenta, o limiar de incremento também aumenta, no entanto, a sensibilidade relativa mantém-se constante.



constância do contraste

Constância dos contrastes simultâneos

Limiar

Conceito de limiar
Observ. real X ideal
Observ. conserv. X
n. conserv.

Deter. limiar

M. lim. ascendentes
M. lim. descendentes
M. escada
M. estim. constt.
M. ajuste
M. escolha forçada

Th detec. sinal

Efeito do ruído
Efeito critério obsrv.
Curva oper. caract.

Lei de Weber

Limiar de diferencial

Const. contraste

Apl. sensação

Lei de Fechner
Lei de Stevens



Constância dos contrastes simultâneos

Limiar

Conceito de limiar
Observ. real X ideal
Observ. conserv. X
n. conserv.

Deter. limiar

M. lim. ascendentes
M. lim. descendentes
M. escada
M. estim. constt.
M. ajuste
M. escolha forçada

Th detec. sinal

Efeito do ruído
Efeito critério obsrv.
Curva oper. caract.

Lei de Weber

Limiar de diferencial

Const. contraste

Apl. sensação

Lei de Fechner
Lei de Stevens



Constância dos contrastes simultâneos

Limiar

Conceito de limiar
Observ. real X ideal
Observ. conserv. X
n. conserv.

Deter. limiar

M. lim. ascendentes
M. lim. descendentes
M. escada
M. estim. constt.
M. ajuste
M. escolha forçada

Th detec. sinal

Efeito do ruído
Efeito critério obsrv.
Curva oper. caract.

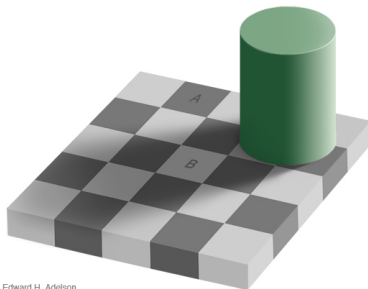
Lei de Weber

Limiar de diferencial

Const. contraste

Apl. sensação

Lei de Fechner
Lei de Stevens



Edward H. Adelson

Created by Professor Edward H. Adelson
http://web.mit.edu/persci/people/adelson/checkershadow_illusion.html

Constância dos contrastes simultâneos

Limiar

Conceito de limiar
Observ. real X ideal
Observ. conserv. X
n. conserv.

Deter. limiar

M. lim. ascendentes
M. lim. descendentes
M. escada
M. estim. constt.
M. ajuste
M. escolha forçada

Th detec. sinal

Efeito do ruído
Efeito critério obsrv.
Curva oper. caract.

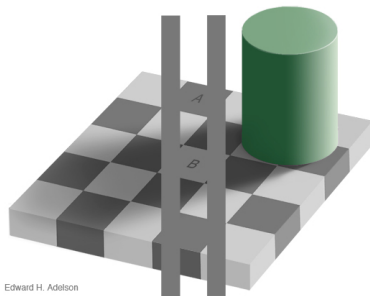
Lei de Weber

Limiar de diferencial

Const. contraste

Apl. sensação

Lei de Fechner
Lei de Stevens



Edward H. Adelson

Created by Professor Edward H. Adelson
http://web.mit.edu/persci/people/adelson/checkershadow_illusion.html

Limiar

Conceito de limiar
Observ. real X ideal
Observ. conserv. X
n. conserv.

Deter. limiar

M. lim. ascendentes
M. lim. descendentes
M. escada
M. estim. constt.
M. ajuste
M. escolha forçada

Th detec. sinal

Efeito do ruído
Efeito critério obsrv.
Curva oper. caract.

Lei de Weber

Limiar de diferencial
Const. contraste

Apl. sensação

Lei de Fechner
Lei de Stevens

Lei de Weber

A lei de Weber não se aplica apenas à visão mas também a todos os outros sentidos.



O sistema visual segue a lei de Weber em grande parte do seu intervalo operacional, mas não em todo.



No entanto, o limiar de contraste é diferente em visão fotópica (1,5 %) e em visão escotópica (14 %).

Limiar

Conceito de limiar
Observ. real X ideal
Observ. conserv. X
n. conserv.

Deter. limiar

M. lim. ascendentes
M. lim. descendentes
M. escada
M. estim. constt.
M. ajuste
M. escolha forçada

Th detec. sinal

Efeito do ruído
Efeito critério obsrv.
Curva oper. caract.

Lei de Weber

Limiar de diferencial
Const. contraste

Apl. sensação

Lei de Fechner
Lei de Stevens

Outline

- 1 Limiar**
 - Conceito de limiar
 - Observador real X ideal
 - Observadores conservadores e não conservadores
- 2 Técnicas de determinação do limiar**
 - Método dos limites ascendentes
 - Método dos limites descendentes
 - Método de escada
 - Método de estímulo constante
 - Método de ajuste
 - Método da escolha forçada
- 3 Teoria de detecção do sinal**
 - Efeito do ruído na determinação do limiar
 - Efeito do critério do observador
 - Curvas de operação característica do receptor
- 4 Lei de Weber**
 - Limiar de diferencial
 - Constância do contraste
- 5 Amplitude da sensação**
 - Lei de Fechner
 - Lei de Stevens

Amplitude da sensação

Limiar

Conceito de limiar
Observ. real X ideal
Observ. conserv. X
n. conserv.

Deter. limiar

M. lim. ascendentes
M. lim. descendentes
M. escada
M. estim. constt.
M. ajuste
M. escolha forçada

Th detec. sinal

Efeito do ruído
Efeito critério obsrv.
Curva oper. caract.

Lei de Weber

Limiar de diferencial
Const. contraste

Apl. sensação

Lei de Fechner
Lei de Stevens

Até este momento, temos vindo a falar de limiar e mínimas diferenças apreciáveis.

- Mas o q acontece se aumentarmos muito a amplitude do estímulo?
- $2 \times \text{estímulo} = 2 \times \text{sensação?}$

Seguidamente vamos estudar a relação entre a amplitude da sensação, S , e a intensidade do estímulo que a gerou, I .

Limiar

Conceito de limiar
Observ. real X ideal
Observ. conserv. X
n. conserv.

Deter. limiar

M. lim. ascendentes
M. lim. descendentes
M. escada
M. estim. constt.
M. ajuste
M. escolha forçada

Th detec. sinal

Efeito do ruído
Efeito critério obsrv.
Curva oper. caract.

Lei de Weber

Limiar de diferencial
Const. contraste

Apl. sensação

Lei de Fechner
Lei de Stevens

Lei de Fechner

Fechner (1860) tentou relacionar a amplitude da sensação com a intensidade do estímulo aplicando a lei de Weber para estímulos acima do limiar:

- ele considerou que, se o incremento de estímulo ΔI aumentar $5\times$, este torna-se $5\times$ mais visível;

- Lei de Fechner: $S = c \log I$,

onde

S — sensação,

I — intensidade do estímulo,

c — constante relacionada com a constante de Weber.



Esta hipótese proposta por Fechner veio-se a verificar não ser correcta.

Limiar

Conceito de limiar
Observ. real X ideal
Observ. conserv. X
n. conserv.

Deter. limiar

M. lim. ascendentes
M. lim. descendentes
M. escada
M. estim. constt.
M. ajuste
M. escolha forçada

Th detec. sinal

Efeito do ruído
Efeito critério obsrv.
Curva oper. caract.

Lei de Weber

Limiar de diferencial
Const. contraste

Apl. sensação

Lei de Fechner
Lei de Stevens

Lei de Stevens

Imagine-se um sistema iluminador com 4 posições:
desligado (0 W), 50 W, 100 W e 150 W:

- a diferença física entre cada posição é a mesma: 50 W;
- no entanto, notamos muito mais o efeito de passar de 0 W \rightarrow 50 W do que notamos ao passar de 100 W \rightarrow 150 W.