

GIZAPEDIA

[gizapedia.hirusta.io](http://gizapedia.hirusta.io)

# PSIKOFISIKA

**Egilea: Josemari Sarasola**

## 1 Psikofisika zer den

Psikofisika estimuluen eta sentsazio eta pertzepzioen arteko erlazioa aztertzen dituen psikologiaren adarra da. Horren metodologia experimentalak da, estimuluak aldatuz pertzepzioan eragiten diren aldaketak jasoz; zehatzago, esperimentu psikofisikoek estimulu edo fenomeno bat, espero den sentsazio edo erantzun bat, metodo bat estimuluak hautatu eta sentsazioak jasotzeko, eta betetze-neurri bat. Psikofisikaren oinarriko kontzeptuak atalaseak dira, estimuluan izan beharreko aldaketaren neurria sentsazioa sorrarazi (atalase absolutua) edota sentsazioan aldaketa bat izan dadin (atalase diferentziala). Estimuluen eta pertzepzioen arteko erlazioaren lehen ikerketak XIX. mendean garatu ziren, lehenbizi Ernst Heinrich Weber psikologo alemaniarren eskutik, eta gero haren ikasle izandako Gustav Theodor Fechner, 1960 urtean psikofisika terminoa sortu zuena, *Elemente der Psychophysik* bere lanarekin. Fechnerrek Weber eta Fechner legeak ezarri zituen estimuluen eta sentsazioen arteko erlazio matematikoari buruz. 1960ko hamarkadatik aurrera, ordea, seinale-detekzioaren teoria izan da psikofisikan nagusitu den paradigma, seinalea hautematean harekin biltzen den zaratak sorturiko errorea aztertuz.

## 2 Pertzepzio-atalaseak

Psikofisikan, atalasea edo limen-a sentsazio, erreakzio edo erantzun bat eragiteko sortu beharreko estimuluaren magnitudea. Honako bi atalase hauek bereizten dira:

- *atalase absolutua*, sentsazio bat sortzeko behar den estimuluaren magnitude txikiena; adibidez, zerbait aditzeko behar den dezibelio kopurua atalase absolutua litzateke;
- *atalase diferentziala*, sentsazioa aldatzeko behar den estimuluaren magnitudea; adibidez, soinu bat entzuten ari garela, soinua ozenago jarri dutela sentitzeko bolumena zenbat igo behar den atalase diferentziala litzateke.

Horrela, atalase absolutuak sentsazioa gertatzen den ala ez hartzen du kontuan eta beraz estimulua *detekzioarekin* lotzen da; hala, sentitzen ez diren estimuluak *subliminalak* lirateke, limenaren azpikoak alegia, eta atalase diferentzialak sentsazioa aldatzen den aztertzen du, eta beraz estimuluaren *diskriminazioarekin* lotzen da.

## 3 Weber legea

1834 urtean Ernst Heinrich Weber alemaniar fisiologoak eta psikologia experimentalaren sortzaileak hainbat esperimentu burutu zituen jendearekin. Hainbat pisu altxatzeko esaten zien, eta pisu horiek berdinak ziren galdetzen zien, pisu bakoitzeko pisu ezberdina nabaritu ahal izateko (ingelesez, *JND* edo *Just Noticeable Difference* delakoa sorrarazteko; Justu Sumatutako Diferentzia, euskaraz) beharrezkoa zen pisu gehigarria (atalase diferentziala, alegia) kalkulatu nahian. Ondorio honetara heldu zen: pisua ( $\phi$ ) zenbat eta handiagoa, pisua handitu dela nabaritzeko pisu gehigarria ( $\Delta\phi$ ) orduan eta handiagoa zen absolutuki, baina ez erlatiboki. Hain zuzen ere,  $\frac{\Delta\phi}{\phi}$  zatidura  $k$  konstante batekin bat zetorrela ikusi zuen, Weber zatikia deitzen zaiona.

**Weber legea** honela adierazten da orokorrean,  $k$  konstantea ezberdina izanik subjektu eta esperimentu ezberdinetarako, eta  $\phi$  eta  $\Delta\phi$  oinarriko intentsitatea:

$$\frac{\Delta\phi}{\phi} = k$$

Beste era batera adierazita, estimuluaren magnitudearen eta atalase diferentzialaren arteko lineala dela ezartzen du legeak:

$$\Delta\phi = k\phi$$

Weberrek pisuen sentsaziorako planteatu bazuen ere, geroztik egindako entzumen eta ikusmen esperimentu ugari ere lege horrekin bat datozela frogatu da.

Beste alde batetik, egindako esperimentuetan frogatu denez,  $\frac{\Delta\phi}{\phi}$  zatidura ez da guztiz konstante edo uniformea  $\phi$  intentsitate guztietarako:  $\phi$  estimuluaren intentsitatea zerora hurbildu ahala,  $\frac{\Delta\phi}{\phi}$  zatidura gero eta handiagoa da. Hori dela eta, legea  $\phi$  intentsitate guztietarako baliozkoa izan dadin, legearen aldaera hau ere ezarri da:

$$\frac{\Delta\phi}{\phi + a} = k$$

### 3.1 Adibidea

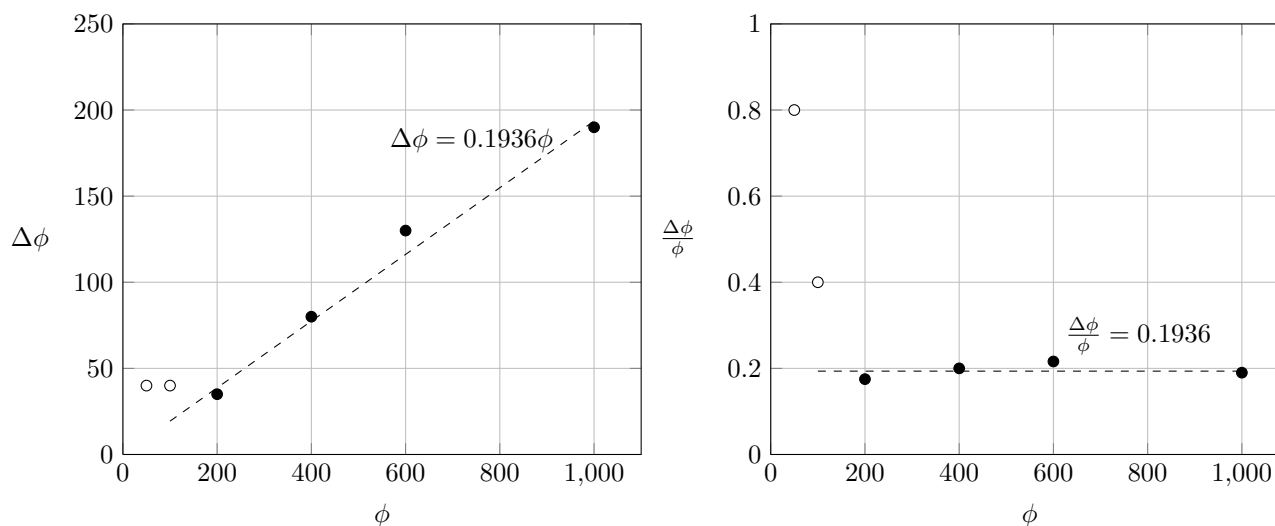
Subjektu batekin pisuen sentazioari buruzko esperimentu bat egin da. Itsutuki, pisu zenbait eman eta horietako bakoitzaren ondoren, pisu handiagoak eman zaizkio, subjektuak pisu gehigarria sumatu arte. Datu hauek jaso dira:

- 50 gramuko oinarriko pisu baterako, 90 gramuko pisuarekin sumatu zuen pisu handiagoa jarri zitzaioa, Justu Sumatutako Diferentzia alegia;
- 100 gramuko pisu baterako, 140 gramuko pisuarekin sumatu zuen pisu handiagoa;
- 200 gramuko pisu baterako, 235 gramuko pisuarekin dumatuzko diferentzia;
- 400 gramuko pisurako, 480 gramuko pisuarekin sumatu zuen diferentzia;
- 600 gramuko pisu baterako, 730 gramuko pisuarekin sumatu zuen diferentzia;
- kilo baterako, 1180 gramuko pisuarekin sumatu zuen diferentzia.

Eman ditzagun oinarriko magnitudeak ( $\phi$ ) eta atalase diferentzialak ( $\Delta\phi$ ) eta kartesiar diagrama batean irudika ditzagun:

$\phi$	$\Delta\phi$	$\frac{\Delta\phi}{\phi}$
50	40	0.8
100	40	0.40
200	35	0.175
400	80	0.2
600	130	0.216
1000	190	0.19

Irudika ditzagun datuok:



Irudietan ikusten denez, estimuluaren magnitude batetik aurrera (200 gramutik aurrera, zehazkiago, puntu beltzetarako alegia) bete egiten da Weber legea: estimuluaren eta atalase diferentzialaren arteko erlazioa lineala da puntu horietarako (hain zuzen, puntu horietara doitzen den erregresio-zuzenaren mugatze-koefizientea 0.9847 da, doikuntza oso egokia adieratzen duena). Erregresio-zuzen horretan,  $k = 0.1936$  suertatzen da; onodrioz, bigarren irudian ikusten denez, atalase diferentzialaren eta estimuluaren magnitudearen arteko zatiketa nahiko konstantea da, pisu txikietarako ezik (puntu zuriak), non atalase diferentziala handiagoa den erlatiboki.

## 4 Fechner legea

Weber legea garatuz, Fechner-ek sentazioak kuantifikatzeko metodo bat asmatu zuen; Justu Sumatutako Diferentzia aldaketa hartuz sentazioaren neurritzat. Gogora dezagun Weber legeak Justu Sumatutako Diferentziarako beharrezkoa den estimuluaren magnitudea besterik ez zuela kuantifikatzen. Sentazioen eta horiek eragin dituzten estimuluaren magnitudeen arteko erlazioa aurkitzeko, estimuluaren gehikuntza erlatibo konstante batek ( $\frac{\Delta\phi}{\phi}$ ) Justu Sumatutako Diferentzia absolutu proportzionala (hau da, konstante batez bidertua) eragiten duela hartu zuen kontuan, Weber legeak baieztatzen duenez.  $\psi$ -ren gehikuntza hartuz Justu Sumatutako Diferentzia aldaketatzat eta, beraz, sentazioaren magnitudeatzat, diferentzialak edo gehikuntza infinitesimalak hartuz, eta  $m$  proportzionaltasun konstantetzat hartuz:

$$d\psi = m \frac{d\phi}{\phi}$$

Arestiko adierazpena integratzen bada:

$$\int d\psi = \int m \frac{d\phi}{\phi} \rightarrow \psi = m \ln \phi + n$$

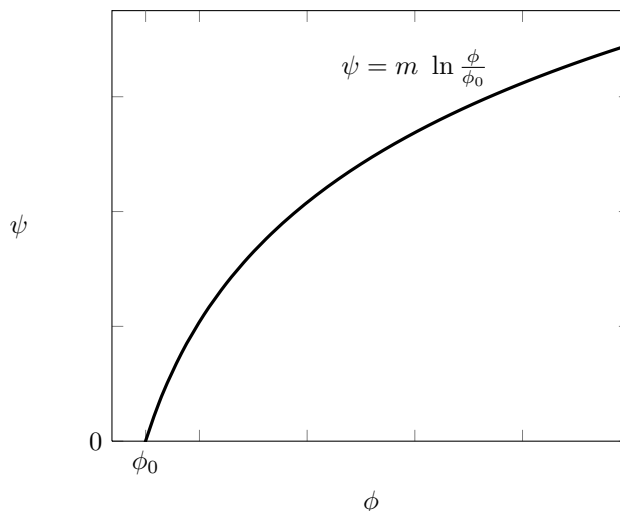
$n$  konstantea zehazteko, aski da kontuan hartzea  $\phi_0$  atalasean sentrazioa 0 izan behar dela:

$$0 = m \ln \phi_0 + n \rightarrow n = -m \ln \phi_0$$

Hortik Fechner legearen adierazpena eskuratzen da:

$$\psi = m \ln \phi - m \ln \phi_0 \rightarrow \psi = m \ln \frac{\phi}{\phi_0}$$

Legea kartesiar diagrama batean marrazturik:



Ikusten denez, sentrazioaren gehikuntza finko bat izateko,  $\phi$  estimuluaren gero eta gehikuntza handiagoak behar dira. Adibidez, ikus dezagun nola bilakatzen diren aldagetak  $\psi = 0.5 \ln \frac{\phi}{10}$  legean:

$\phi$	$\psi$
20	$0.5 \ln \frac{20}{10} = 0.3465$
40	$0.5 \ln \frac{40}{10} = 0.693$
80	$0.5 \ln \frac{80}{10} = 1.04$
...	...

Ikusten denez, estimuluaren magnitudeak progresio geometriko bati jarraitzen dion bitartean, eragindako sentrazioak emandako Fechner legearen arabera progresio aritmetiko bati jarraitzen dio ( $0.3465, 0.3465 \times 2 = 0.693, 0.3465 \times 3 = 1.04, \dots$ ).

Ikus dezagun orain Weber legean berdina gertatzen den. Justu Sumatutako Diferentziak (JSD),  $\Delta\phi = k\phi$  kalkulatu direnak, behin eta berriz gehituz estimuluaren magnitudeari:

JSD	Oinarriko estimulua	Estimuluaren gehikuntza	Estimulu berria
1	$\phi_0$	$k\phi_0$	$\phi_0 + k\phi_0 = (1+k)\phi_0$
2	$(1+k)\phi_0$	$k(1+k)\phi_0$	$(1+k)\phi_0 + k(1+k)\phi_0 = (1+k)^2\phi_0$
3	$(1+k)^2\phi_0$	$k(1+k)^2\phi_0$	$(1+k)^2\phi_0 + k(1+k)^2\phi_0 = (1+k)^3\phi_0$
...	...	...	...

Ikusten denez, Justu Sumatutako Diferentziak behin eta berriz gehituz, progresio aritmetiko baten arabera (1, 2, 3, ...), horretarako beharrezkoa diren estimuluaren magnitudeak progresio geometriko baten arabera bilakatzen dira ( $(1+k)\phi_0, (1+k)^2\phi_0, (1+k)^3\phi_0, \dots$ ). Horrela Fechner legea Weber legean oinarritu eta sentrazioaren magnitudea neurtzeko estimulu horretarako JSD kopurua hartzen duela kontuan, atalase absolututik abiatuz.