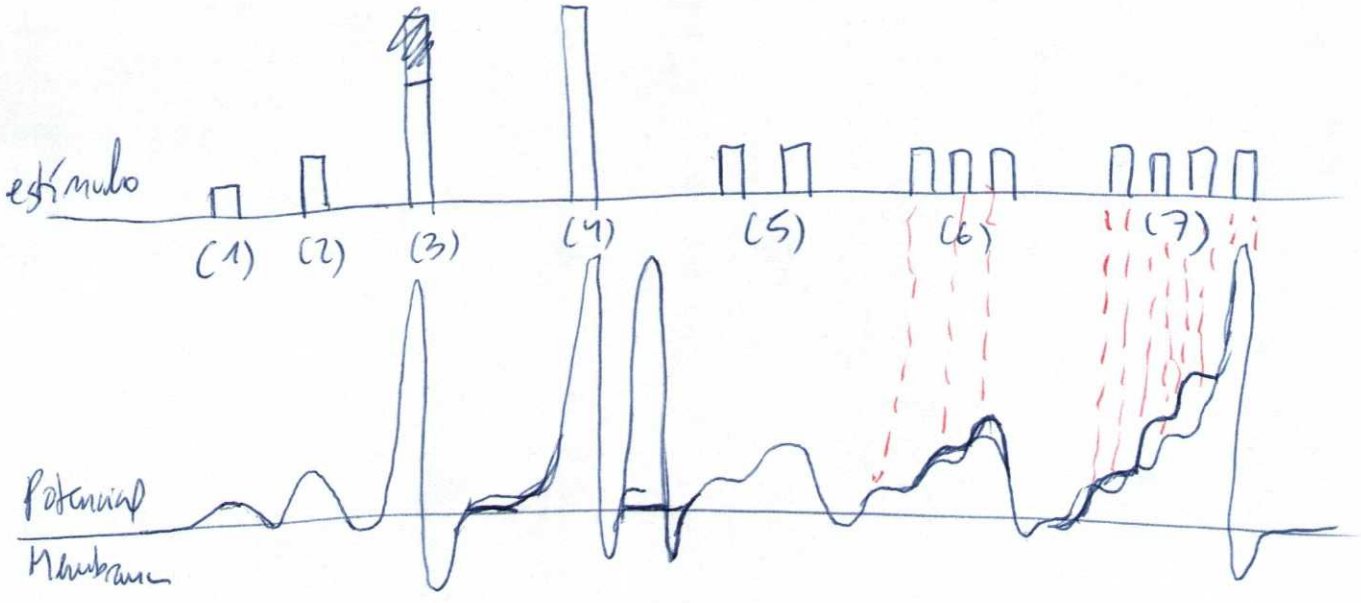


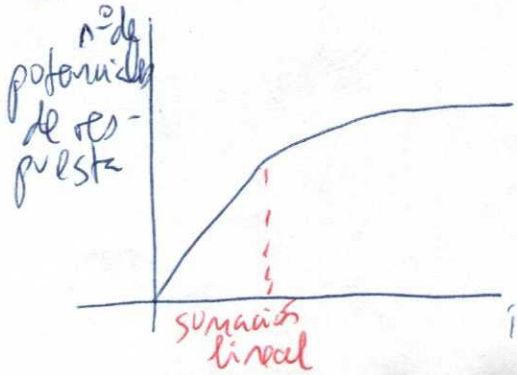
En la primera parte se varía la intensidad. Los 2 1ºs impulsos ((1) y (2)) no superan el umbral de despolariz. por lo q. no hay respuesta.

En (3) se supera el umbral, obteniendo un potencial de acción.

En (4) el estímulo es tan intenso y genera un tren de potenciales como respuesta.

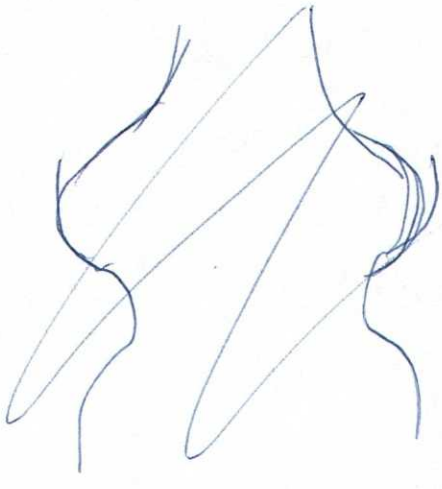
Después se varía la frecuencia. Los estímulos se van acumulando. En (5) y (6) la acumulación no sobrepasa el umbral y por lo tanto no se genera un potencial de acción.

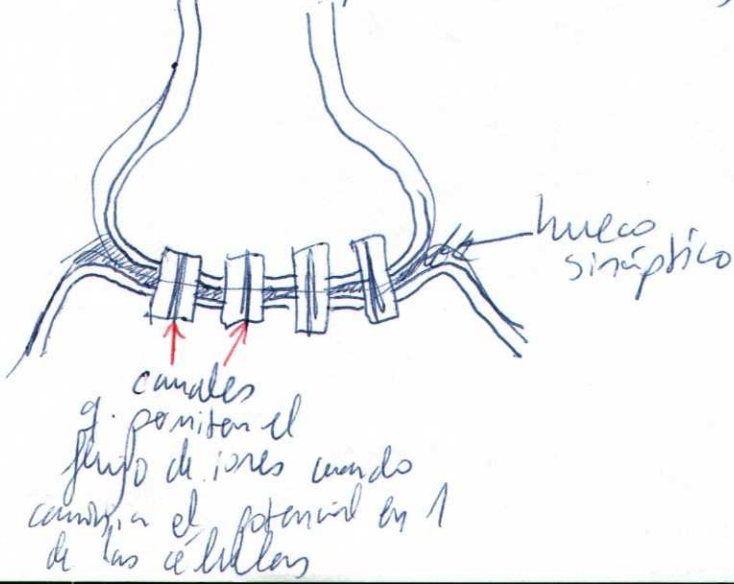
En (7) la acumulación sobrepasa el umbral generando un P.A.



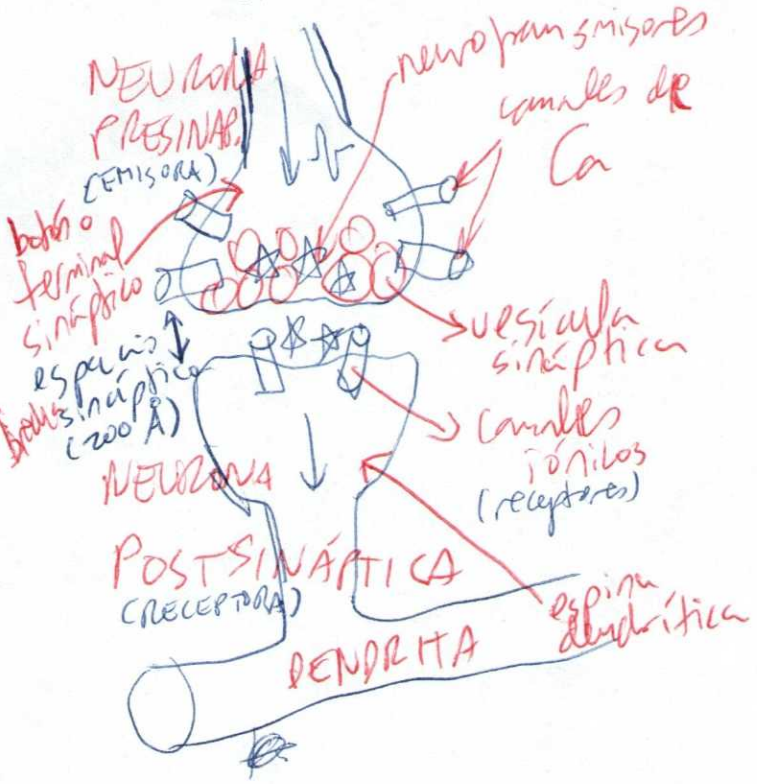
SINAPSIS ELÉCTRICA

El flujo de iones es directo, sin mediación de neurotransmisores (los canales siempre están abiertos)





LA SINAPSIS (química)[1]



1) El potencial de acción llega a la sinápsis de la emisora, abriendo los canales de calcio
2) El calcio desencadena la liberación de los neurotransmisores a la brecha sináptica
3) Los neurotransmisores[2] interactúan con los receptores, q. se abren permitiendo el paso de iones en el terminal postsináptico
4) Los iones depolarizan el terminal. El potencial de acción se propaga por la dendrita hacia el soma

La sinapsis puede ser inhibidora o excitadora. En el 1º caso, los iones de cloro cancelan la carga positiva de los iones de sodio, anulando la depolarización y con ella la propagación del potencial de acción. La entrada de los iones de Cl se consigue mediante el neurotransmisor GABA, q. interactúa con los receptores GABA (canales de cloro)

Las sinapsis excitadoras usan como neurotransmisor el aminoácido L-glutamato. Hay otros neurotransmisores (excitadores e inhibidores) como la dopamina, la serotonina...

2 los neurotransmisores también se pueden volcar fuera de la célula para q. actúen + lejos

1 basada en neurotransmisores. También hay sinápsis eléctricas, con una conexión directa entre los canales de los membranas pre y postsináptica. Esta sinapsis no es tan frecuente, pero es rápida y no depende de los cambios metabólicos del medio celular, lo q. la hace + fiable. Aunq. es menos flexible. 1

Sinapsis hebbiana (libro): aquella q. utiliza un mecanismo interactivo, local y dependiente del tiempo para incrementar la eficacia sináptica como una func. de la correlación entre las actividades pre y post sináptica

Funcionamiento

La transmisión sináptica es plástica, es decir, puede cambiar. La plasticidad neuronal es la base de la memoria y el aprendizaje

La respuesta post-sináptica a los estímulos[1] se puede incrementar (o decrementar) alterando el nivel de despolarización sináptica. Esto se consigue modulando la respuesta de los receptores a los estímulos

- cambiando el periodo de tiempo q. permanecen activos
- " el nº de receptores presentes en la sinapsis, la forma y la topol. de las dendritas
- alterando la cantidad de neurotransmisor q. se libera, o la distribución espacial de los canales

Los cambios pueden ser a corto plazo (100 ms) o largo plazo (horas, días, semanas)

La potenciación a Largo Plazo (LTP) está inducida por un tren de impulsos de alta frecuencia. Una vez potenciado el peso sináptico, basta un estímulo normal para q. la neurona responda con más intensidad

La Depresión a Largo Plazo (LTD) es el proceso contrario: un tren de impulsos de baja frecuencia q. debilita la fuerza sináptica.

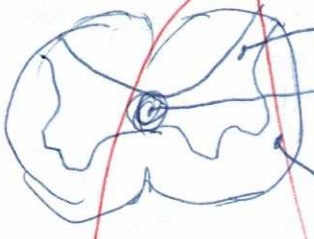
Los 2 procesos pueden sucederse, con lo q. se dice q. la neurona es bidireccionalmente modificable

[1] fuerza sináptica o peso sináptico

CIRCUITOS NEURONALES

Tienen entre 2 y cientos de neuronas

- Médula espinal



sustancia gris (cuerpos de células nerviosas[1])
epéndimo (líquido cefalorraquídeo)
sustancia blanca (neuronas sensoras y motoras)

Comunica el cerebro con el sis. nervioso periférico

- Retina Hay 100E6 fotoreceptores y 1E6 axones, luego hay de 1 un gran procesamiento y compresión de la info.

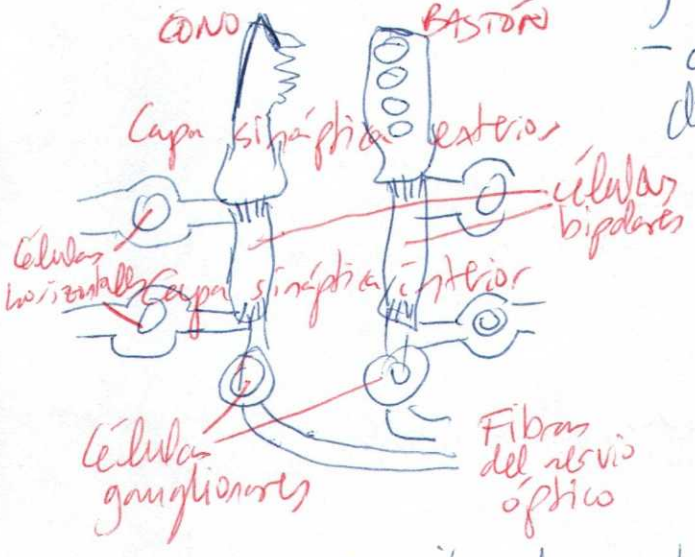
Protuberancia de la corteza cerebral especializada en transformar radiaciones en info. bioeléctrica. Se compone de células fotoreceptoras[3]:

- bastones: muy sensibles pero en pisos permiten la visión nocturna y la visión periférica. Se concentran en la cara exterior de la retina. ~~Carecen de~~ Sólo tienen un pigmento sensible[2] a la luz, por lo q. no distinguen colores.

3 en su punta albergan moléculas q. se rompen con la luz, liberando energía bioeléctrica
2 rodopsina, derivada de la vitamina A
1 ~~soma~~

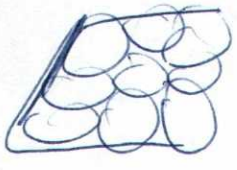
- conos: 10 veces menos sensibles q. los bastones, pero al tener 3 pigmentos fotosensibles[2] permiten distinguir colores. Tb tienen una respuesta a la luz + rápida q. los bastones. Se concentran en la fovea[1]
- células de Müller de la retina: su información ajusta el tamaño de la pupila

La estructura neural de la retina presenta un circuito vertical y otro horizontal:



- circuito vertical: llevan la info. directa al cerebro. Normalmente varios fotoreceptores convergen en 1 sola célula bipolar

- circuito horizontal: conexiones laterales entre las células bipolares, en la 1ª y 2ª capas sinápticas



← Los fotoreceptores se distribuyen discretamente propagando la info. por el circuito vertical. El circuito hor. integra esa info. discreta creando una imagen continua (divergencia)

[2] entre ellos, rodopsina, derivada de la vitamina A

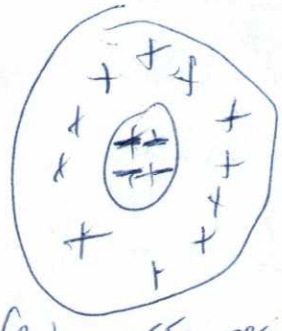
[1] zona central de la mácula (región central de la retina)

Células ON - OFF

Centro ON, periferia OFF

Estímulo en el centro → excitación
periferia → inhibición

Respuesta máx. a ptos. de luz

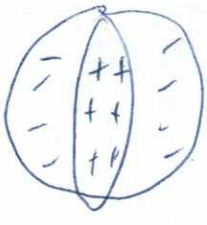


Centro OFF, periferia ON

Estímulo centro → inhibición
periferia → excitación

Respuesta máxima a ptos negros

Dependiendo de la forma del campo receptivo, la respuesta varía



Estímulo — Respuesta

Barra horiz. —

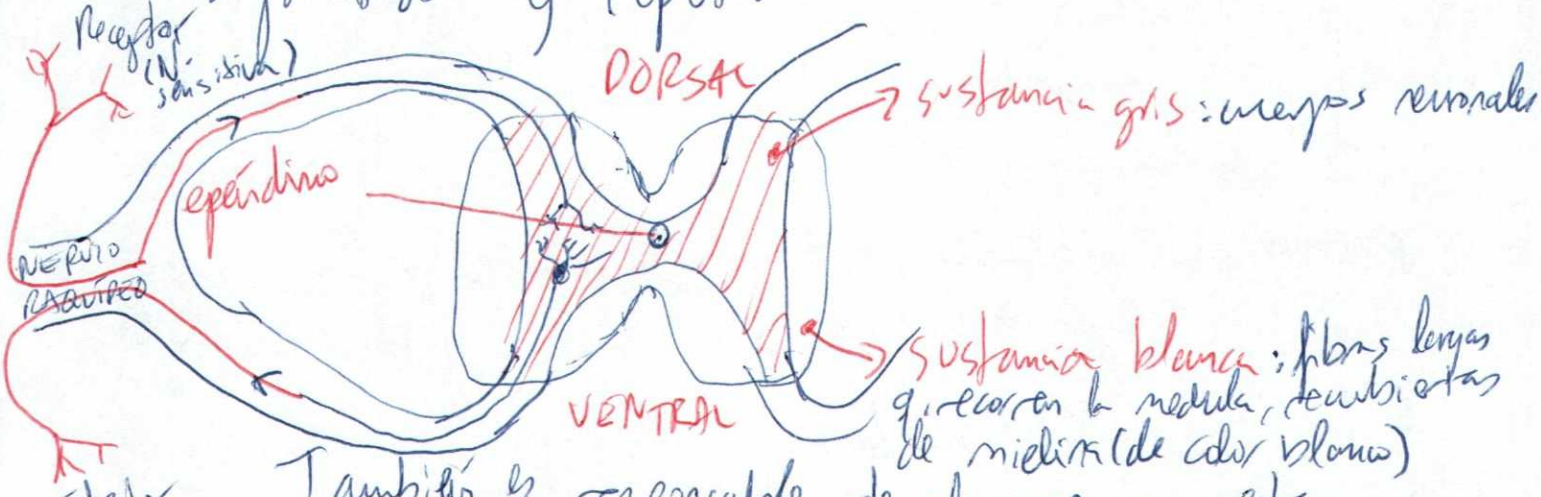
45° ///

vertical ||||||

Células — simples: responden a líneas con un cierto ángulo
complejas: responden mejor cuando el estímulo se mueve en una cierta dir.

Regiones procesamiento — corteza visual primaria
cuerpo geniculado lateral

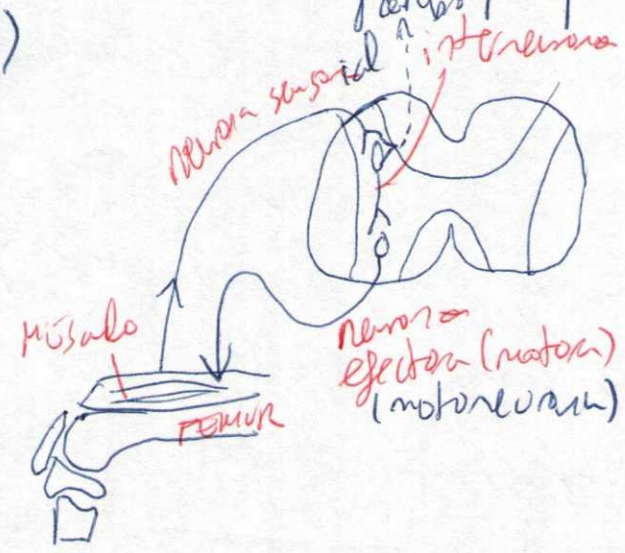
- Médula espinal: comunica el cerebro con el SN periférico. Presenta una estructura segmentada y repetida



También es responsable de algunas respuestas autónomas, q. pueden aprenderse formando parte de procesos complejos; p.e., montar en bicicleta es un proceso aprendido con una parte consciente y otra autónoma

La sustancia gris tiene 4 astas
- 2 inferiores o ventrales, anchas, de donde parten los axones de las neuronas motoras
- 2 superiores o dorsales, delgadas, donde llegan los axones de las neuronas sensitivas

- Arco reflejo
  - no es un buen prototipo para la mayoría de los reflejos)



reflejo patelar: sirve para ayudar a mantener la postura y el equilibrio al andar

- reflejo vestíbulo-ocular (estabiliza imágenes en la retina cuando la cabeza se mueve)

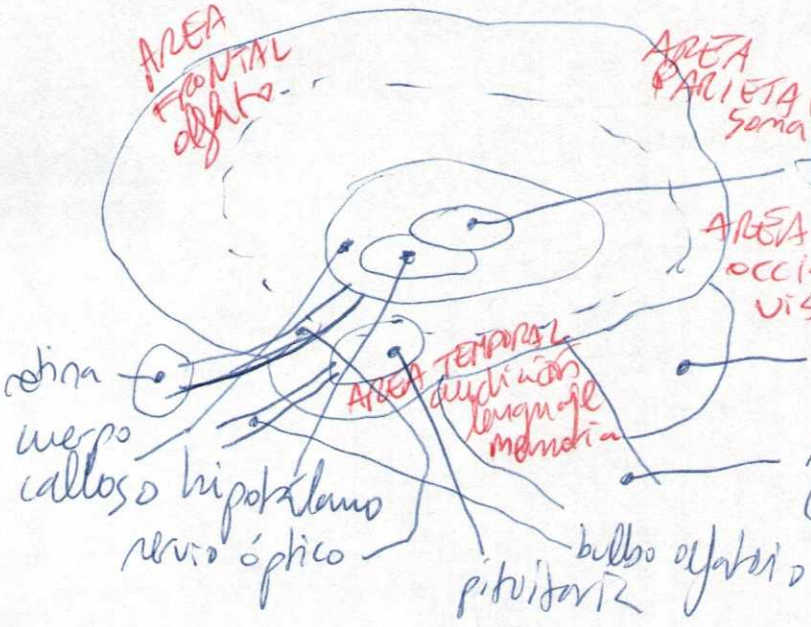
- reflejo nociceptivo (retirar un miembro al percibir un estímulo doloroso)

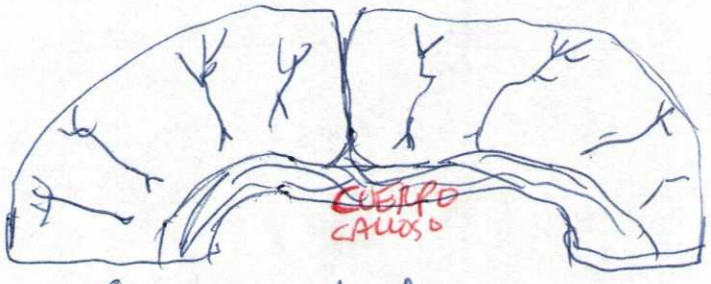
- reflejo sobreestiramiento de un músculo (contracción para evitar rotura)

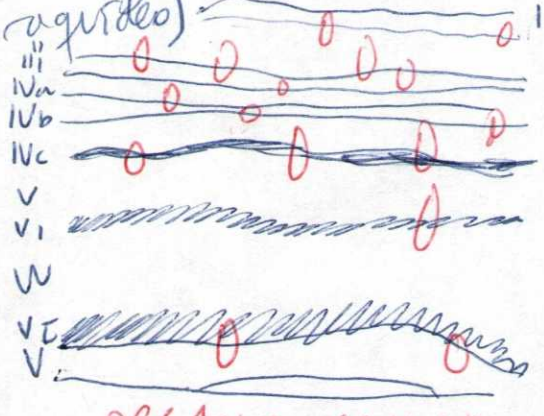
EL CEREBRO

Hemos sobre el cerebro
- Especializ. de la func. en diferentes regiones del sis. nervios.
- el sis. nervioso humano tiene aprox. 10^{12} neuronas y 10^{15} sinapsis (hay 1 sinápsis cada μm^3)
- funciona en tiempo real
- 2 hemisferios, cuya capa externa es el cortex
- los repliegues del cerebro permiten aumentar la extensión de la cortex cerebral (q. es fina)
- 4 lóbulos — frontal
  - parietal
  - temporal
  - occipital

EL CEREBRO (cont)







Cortex cerebral según Cajal (autor). Las neuronas y se observan en sus secciones con tinción de Golgi son piramidales

Cerebro
- colección de sis. de propósito específico (eficientes en sus tareas, pero de flexibilidad limitada). Las neuronas se especializan según las necesidades del s.n. al q. pertenecen.
- limitado espacialmente por los mecanismos de reproducción (tamaño inicial cráneo en mamíferos = capacidad pélvica de la madre)
- economía de cableado: neuronas próximas realizan funcs. similares
- eficiencia energética:
- casi siempre conexiones recíprocas (feedback) entre las áreas (sis.) del cerebro
- habilidad para adaptarse a los cambios en el entorno a diferentes niveles estructurales y escalas temporales

Funciones

Sueño: sucesión de ciclos de 5 fases:

Vigilia	0	—	Ondas beta (11 Hz)
Somnolencia	I	1 minuto	Respiración lenta Ondas alfa (9-11 Hz)
Sueño lento	II		Sueño ligero Ondas theta (4-8 Hz)
Sueño paradójico	III	65	Sueño profundo Ondas delta (4 Hz)
Sueño paradójico	IV	20	REM Sueños
	V	5	Sueño ligero Ondas delta

Memoria

La inf. se "guarda" en el hipotálamo y la corteza prefrontal

El aprendizaje comienza con modificaciones funcionales temporales en la sinapsis, q. alteran el potencial de membrana tal y como demuestran los experimentos de LTP, ~~en los q. las modif. temporales se consolidaban~~.

La memoria es la consolidación del aprendizaje, mediante modif. estructurales en la sinapsis: aparición de nuevos contactos entre neuronas,

La ley de Hebb fue una 1ª aprox. teórica de estos mecanismos de aprendizaje.

Sistema nervioso

Epineuro (cubierta conjuntiva + externa)

Perineuro (cubierta de tejido conjuntivo)

Nervio (haz de fibras nerviosas)

ESQUEMA DE UN NERVIO

Sustancia
- gris — soma + dendritas
- blanca — fibras nerviosas (axón)