

Sistemas de control fisiológicos

Ejemplos de aproximaciones experimentales a su estudio



Daniella Agrati

dagrati@fcien.edu.uy

Principios de Biología Animal 2023

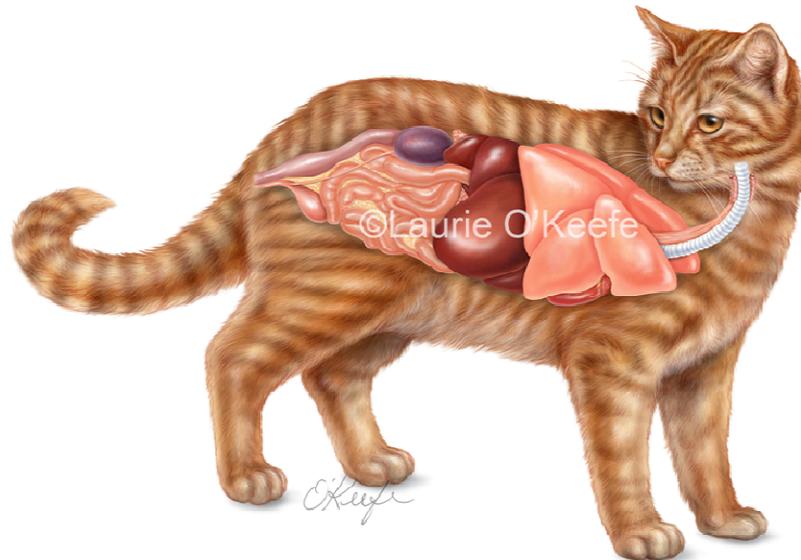
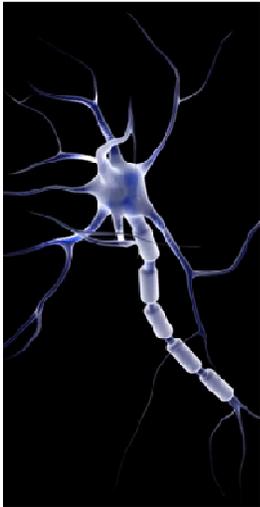
Material didáctico de uso interno



SISTEMA NERVIOSO



SISTEMA ENDÓCRINO



PUNTOS A TRATAR

1- Repaso de las principales características de los SISTEMAS DE CONTROL FISIOLÓGICO

2-Organización del SISTEMA NERVIOSO en diversos Filos

3-Aproximación al estudio del control nervioso del comportamiento: *Sistemas de neurotransmisión y comportamiento en invertebrados como ejemplo*



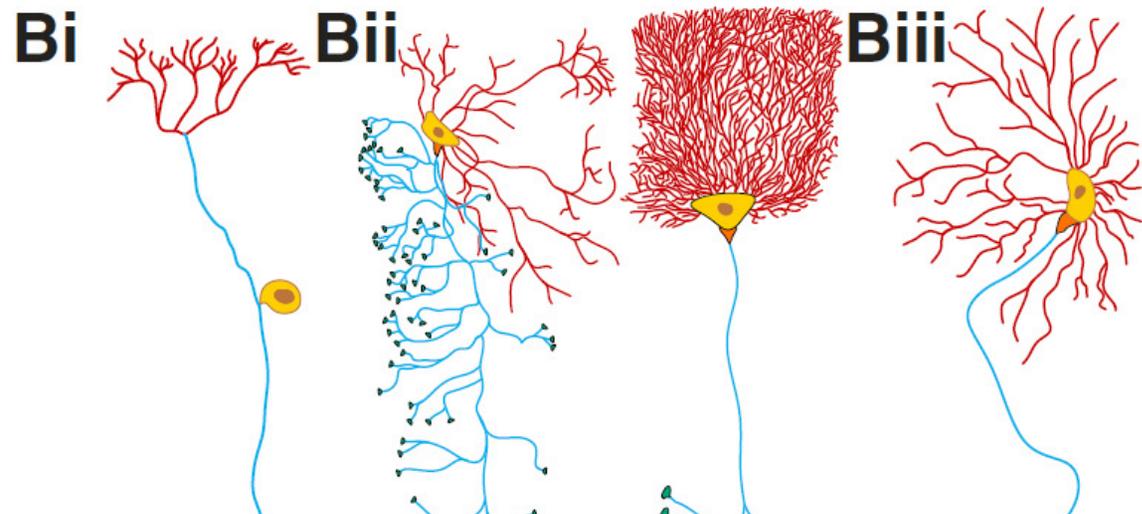
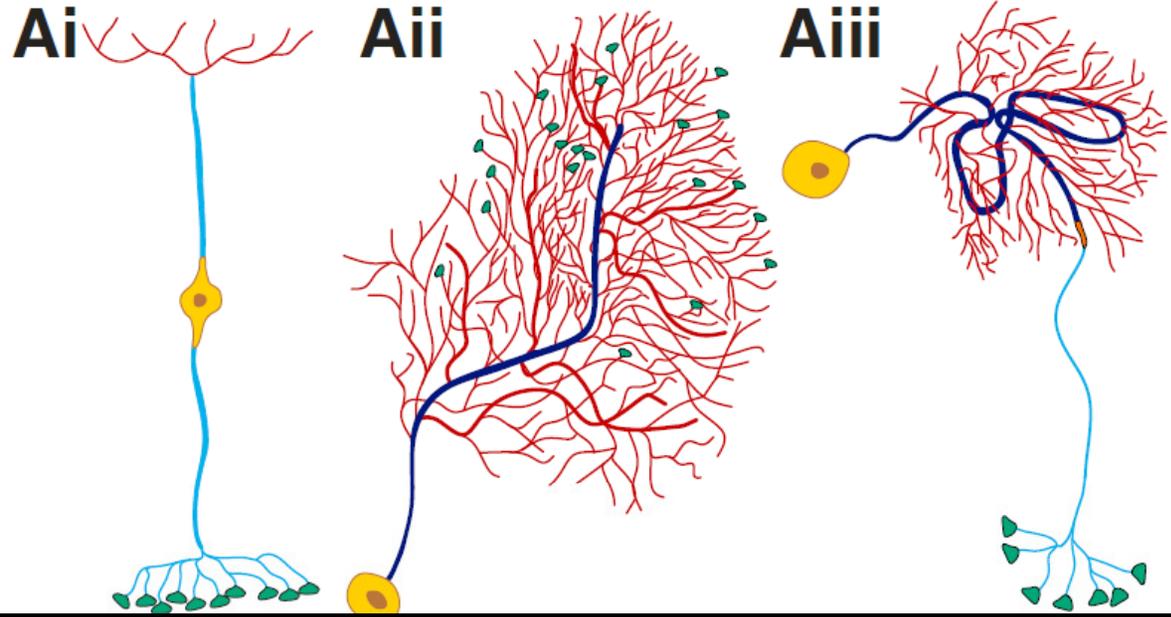
4-Aproximación al estudio de la interacción entre el sistema nervioso y el sistema endócrino en la regulación del comportamiento (Neuroendocrinología del comportamiento): *comportamiento maternal en la rata como ejemplo*



SISTEMAS DE CONTROL FISIOLÓGICO

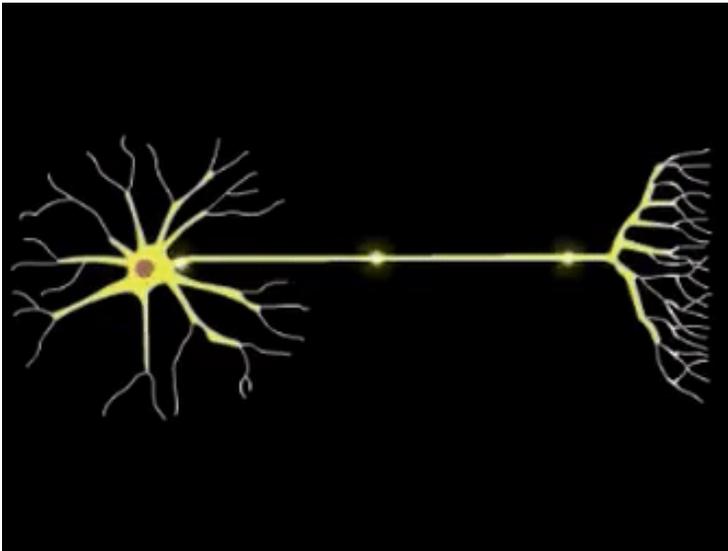
SISTEMA NERVIOSO

Conformados por **NEURONAS** → **dendritas, soma y axón**



SISTEMA NERVIOSO

son **EXCITABLES**

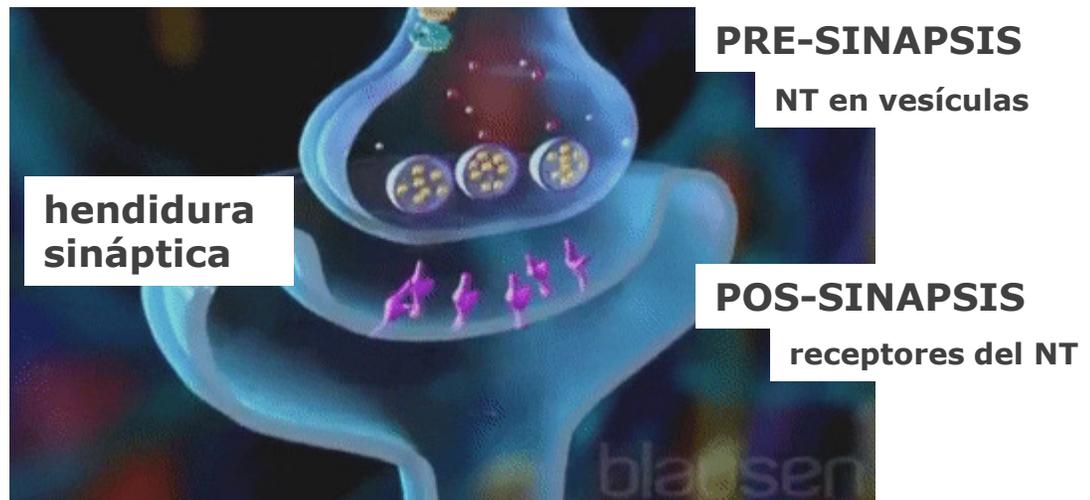


generan respuestas eléctricas rápida, "todo o nada" que se propagan por el axón hasta las terminales sinápticas:
POTENCIALES DE ACCIÓN

se comunican a través de contactos especializados **SINAPSIS**

contacto especializado entre las neuronas

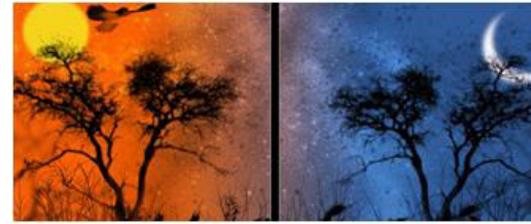
las sinapsis químicas utilizan **NEUROTRANSMISORES (NT)** como mensajeros



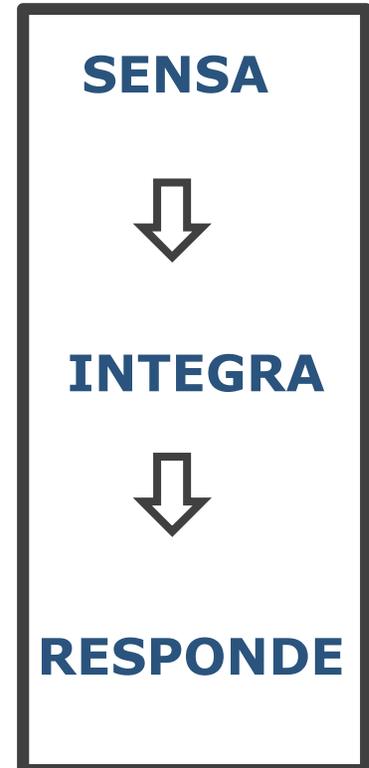
SISTEMA NERVIOSO



SENSA



INTEGRA y COORDINA respuestas

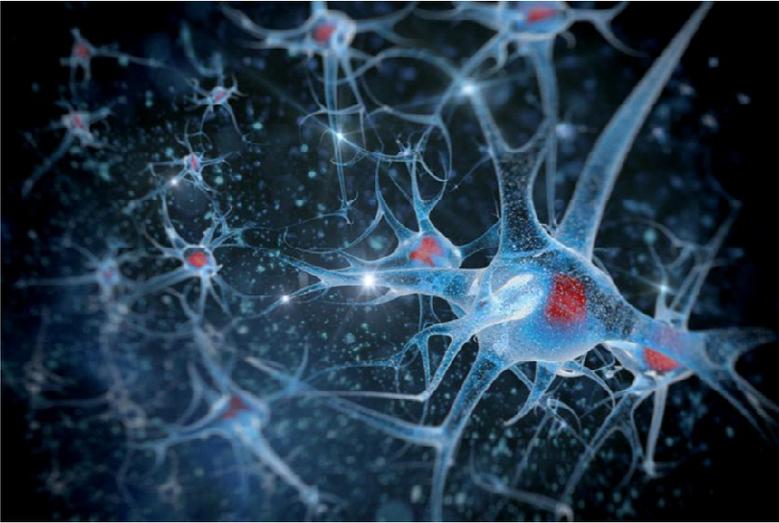


**mantenimiento del
interno**

**adaptación al
medio externo**

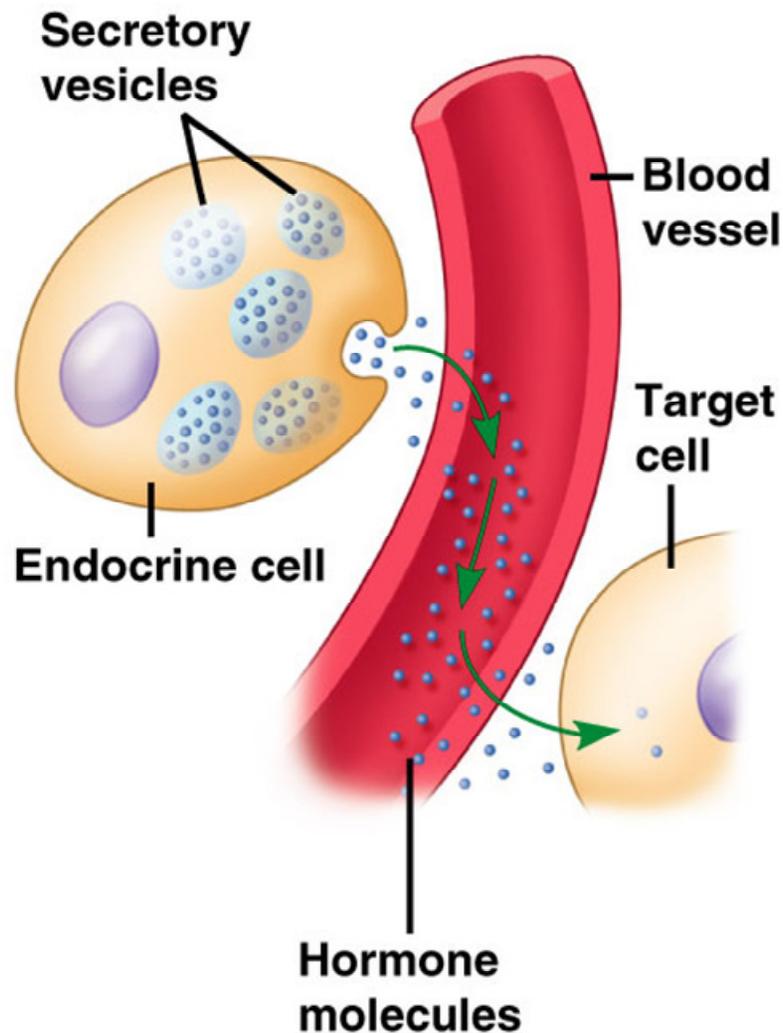
funcionamiento de sistemas de forma coordinada...

SISTEMA NERVIOSO



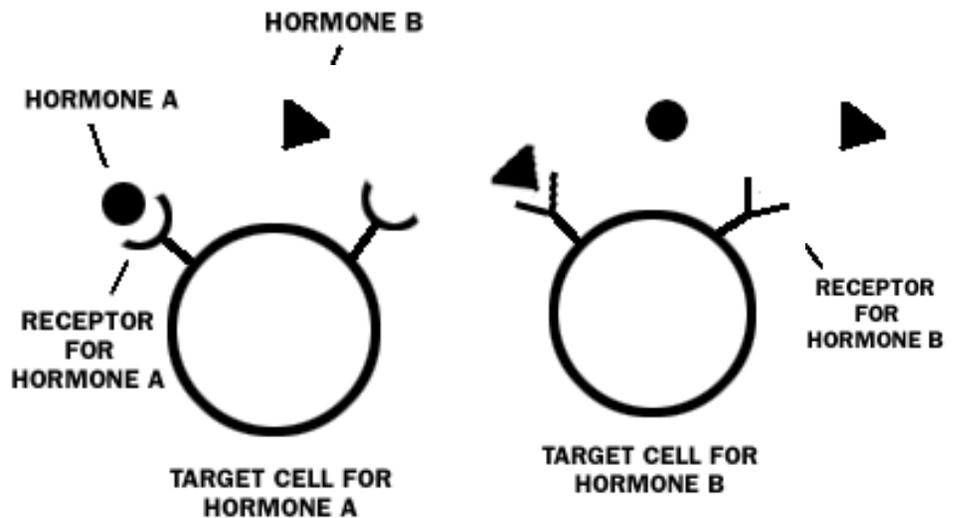
SISTEMA ENDÓCRINO

Conformado por células endócrinas y conjuntos de células endócrinas (**GLÁNDULAS**) que secretan sustancias químicas, **HORMONAS**, a la circulación.



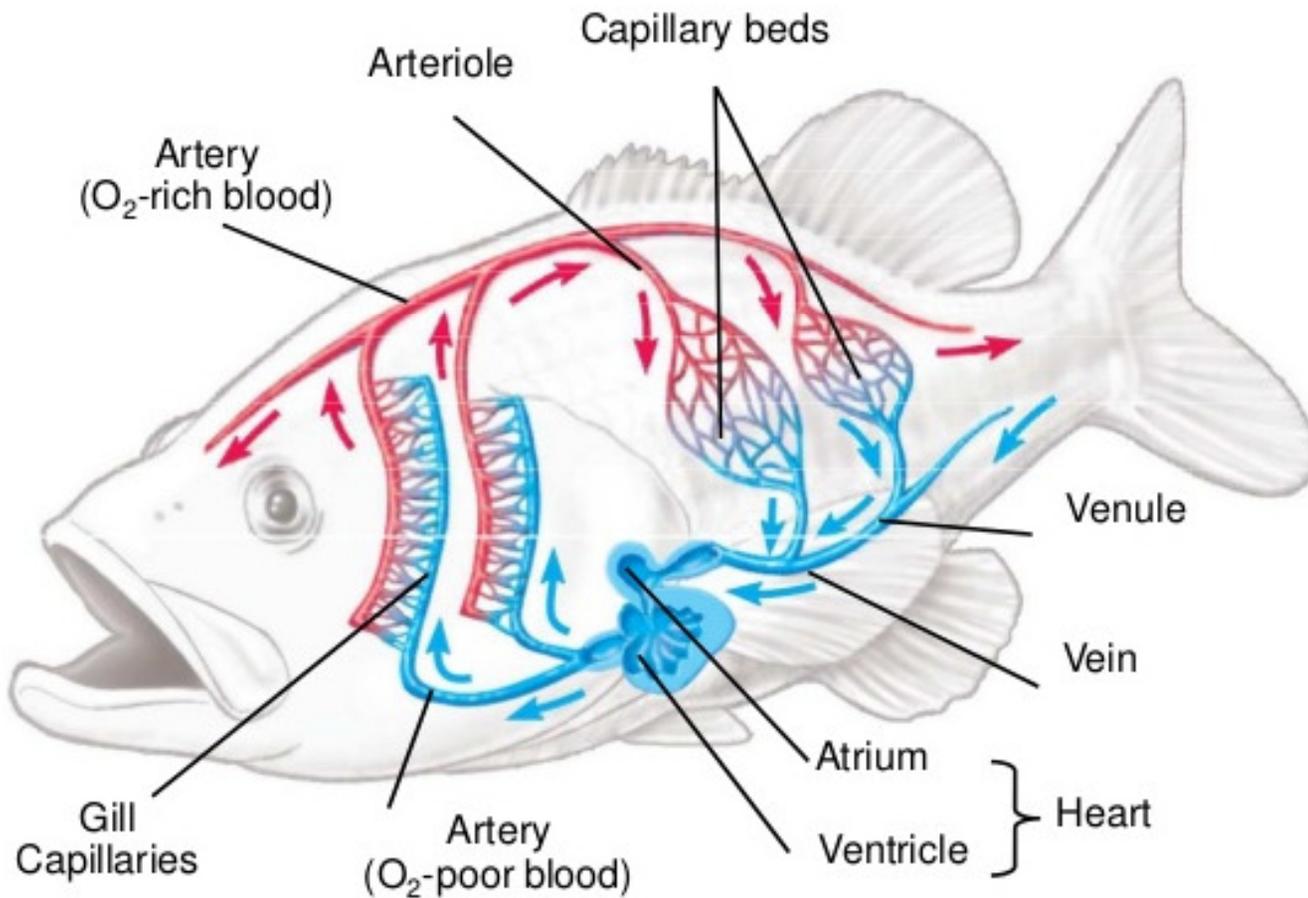
- son transportadas por el **SISTEMA CIRCULATORIO**

- actúan a distancia **SOLO** en aquellas **células que tienen RECEPTORES**, células dianas.



SISTEMA ENDÓCRINO

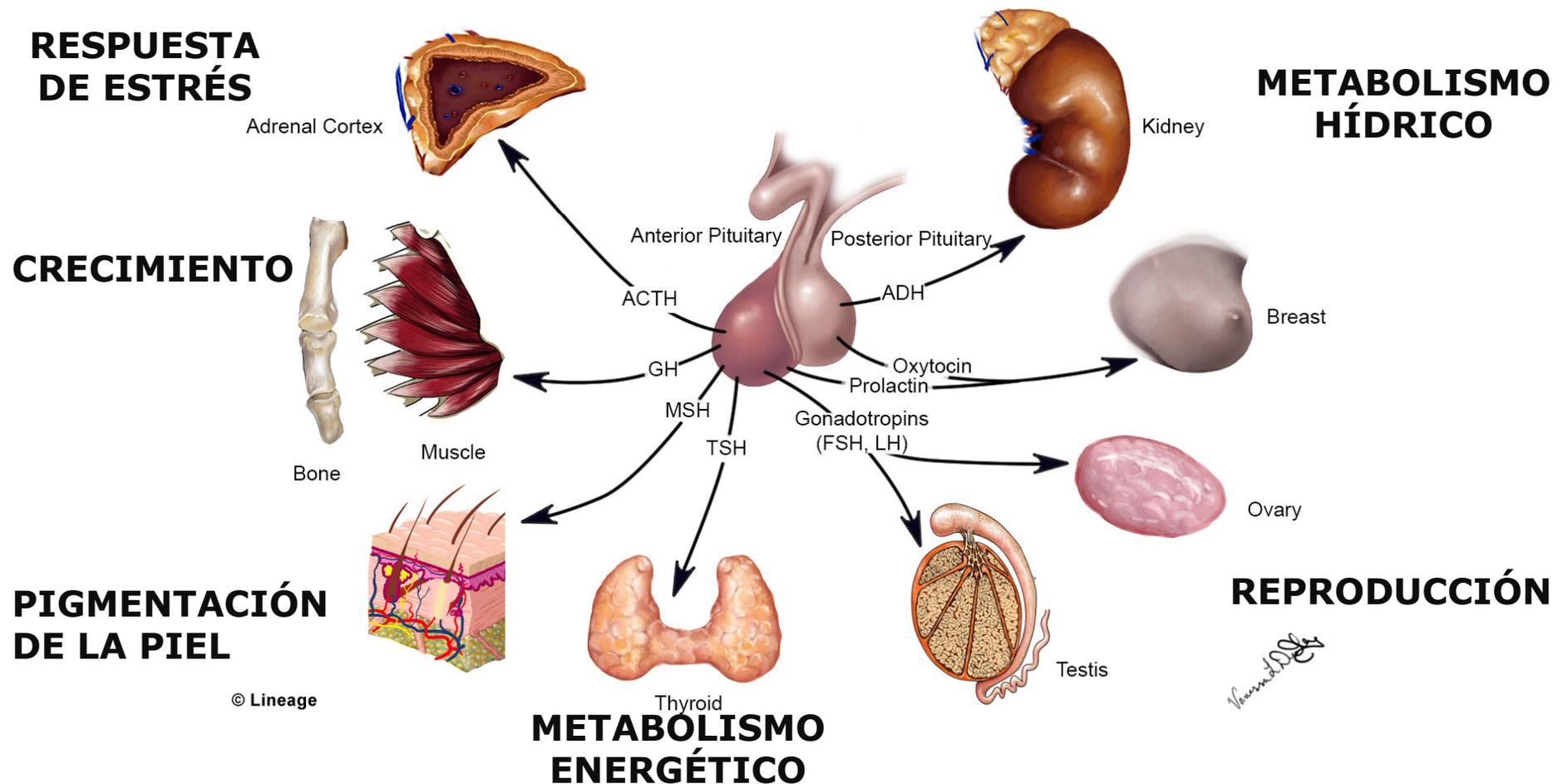
COMUNICADOR Y COORDINADOR del funcionamiento de diversos sistemas



SISTEMA ENDÓCRINO

COMUNICADOR Y COORDINADOR del funcionamiento de diversos sistemas

Ejemplo: Glándula **HIPÓFISIS** secreta múltiples hormonas...



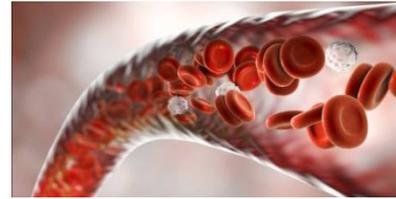
SISTEMAS DE CONTROL FISIOLÓGICO

SISTEMA NERVIOSO

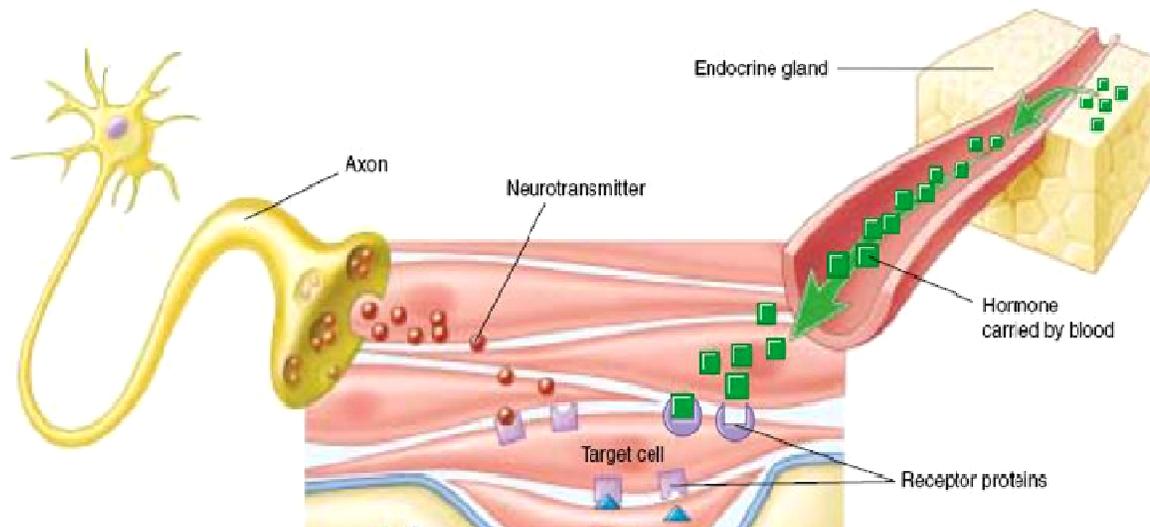


- neuronas y neuroglias
- se comunican a través de sinapsis
- señales eléctricas y mensajeros químicos: neurotransmisores

SISTEMA ENDÓCRINO



- células endócrinas y neuroendócrinas
- hormonas liberadas a la circulación
- señales químicas: hormonas



SISTEMAS DE CONTROL FISIOLÓGICO

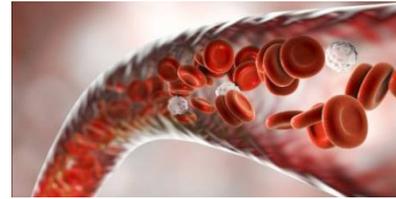
SISTEMA NERVIOSO



- Rápido
- Preciso (sinapsis)

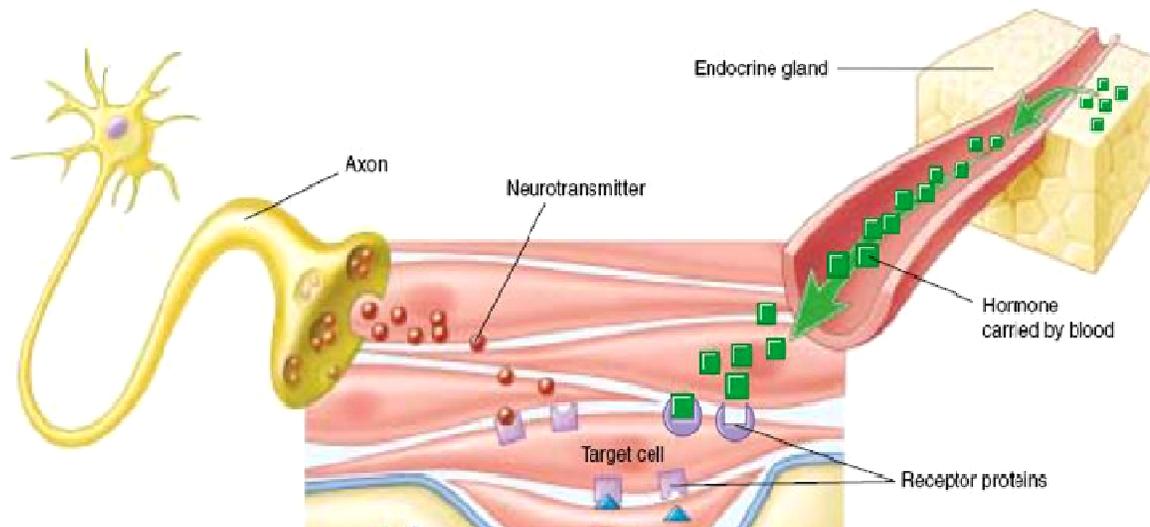
Ej. Movimiento

SISTEMA ENDÓCRINO



- Lento
- Difuso- Respuesta masiva
- Económico

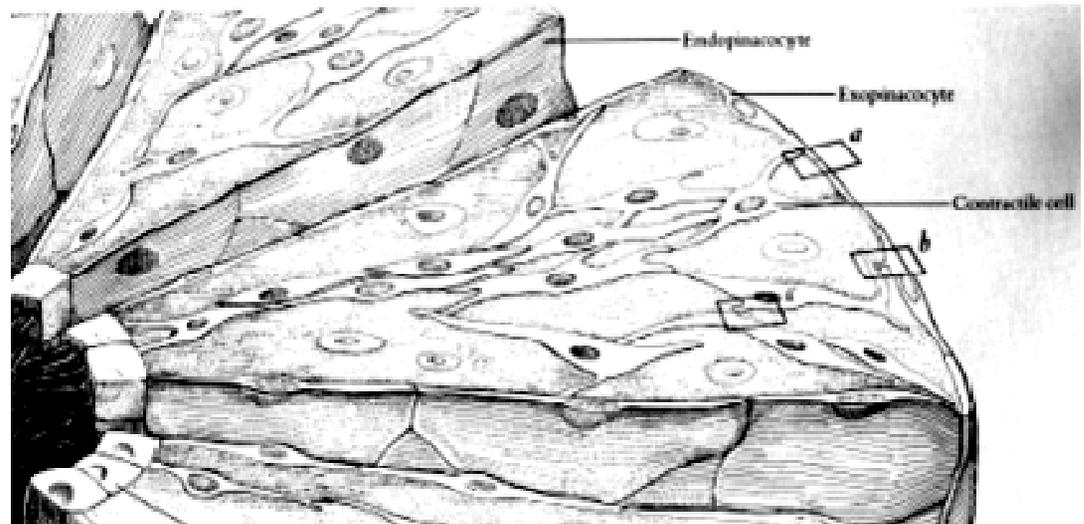
Ej. Metabolismo, reproducción



ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA NERVIOSO EN DIFERENTES FILOS

ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA NERVIOSO EN DIVERSOS FILOS

Esponjas de mar (*Porifera*) → Carecen de SN, sin embargo ...

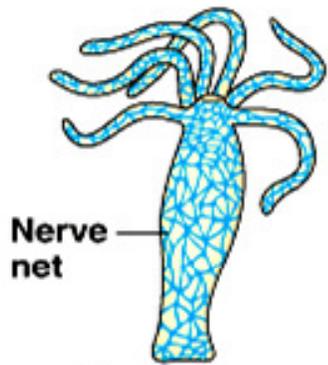


generan respuestas motoras frente a cambios en el medio.

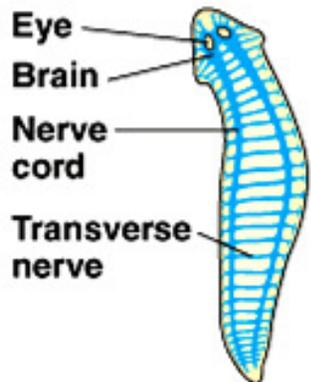
•Tienen los “bloques” en su genoma para generar neuronas...

ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA NERVIOSO EN DIVERSOS FILOS

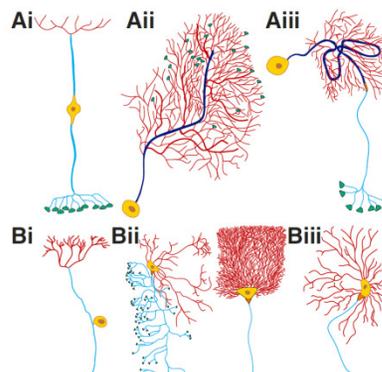
CARACTERÍSTICAS GENERALES similares en Filos que poseen SN
Diferencias en ORGANIZACIÓN y tamaño de las estructuras



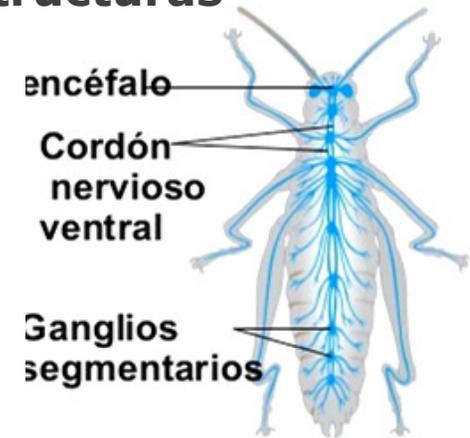
(a) *Hydra*



(c) *Planarian (flatworm)*

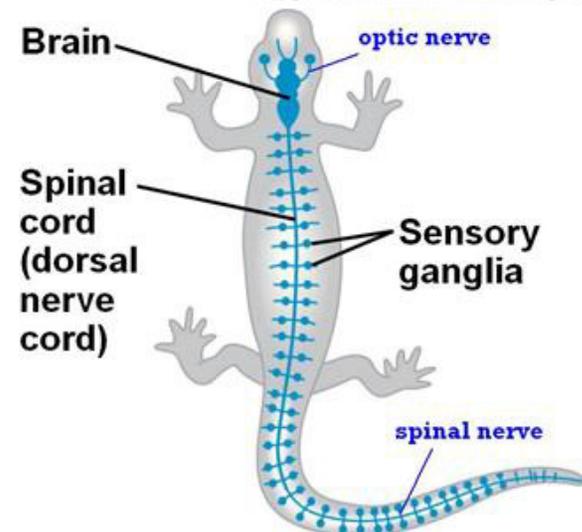


internalización y centralización
cefalización

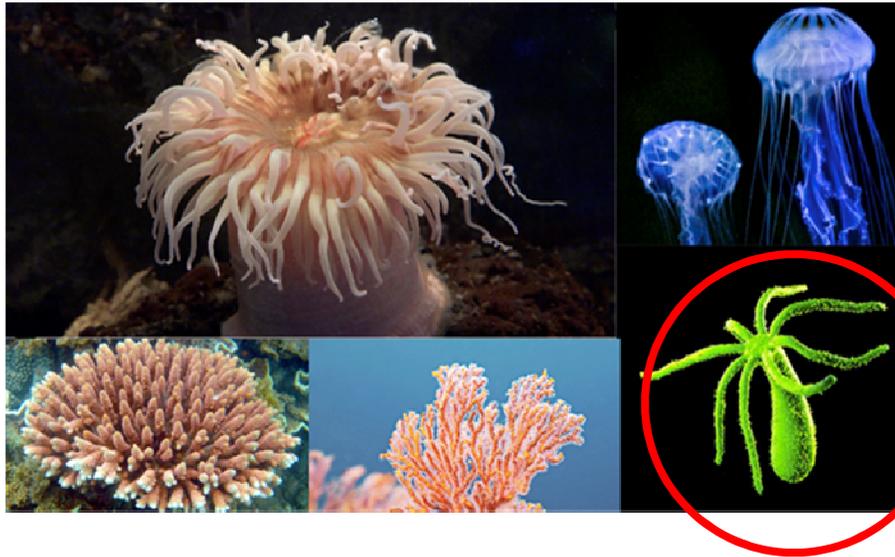


(e) *Insecto (artropodo)*

Copyright © 2005 Pearson Education, Inc. Publishing as Pearson Benjamin Cummings



ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA NERVIOSO EN DIVERSOS FILOS

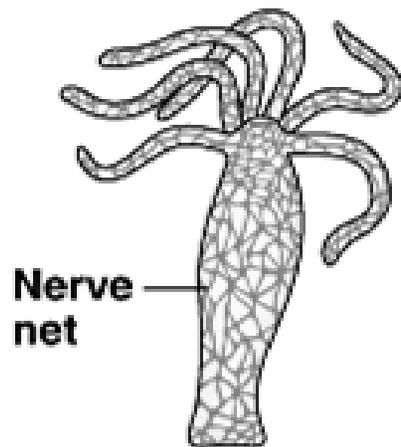


Cnidarios

De los Filos más antiguos con SN

Diversos tipos de organización del SN...

**SN
RETICULADO**



(a) *Hydra*
(cnidarian)

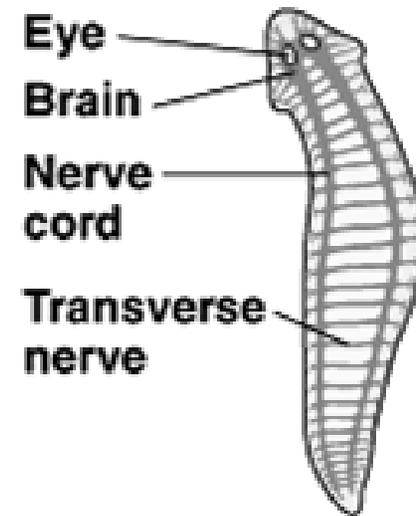
SN DIFUSO

- Redes de neuronas sin concentración discernible.
- Entrada sensorial y salida motora, sin integración central.

ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA NERVIOSO EN DIVERSOS FILOS

Uno de los filos más antiguo con **SIMETRÍA BILATERAL** → **centralización y cefalización**

 ***Platelmintos***



(c) Planarian (flatworm)

SN CENTRALIZADO

- Concentración interna de neuronas de procesamiento.
- Funciones especializadas en núcleos o ganglios (acúmulo de neuronas).

Acompañada de **CEFALIZACIÓN** creciente.

ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA NERVIOSO EN DIVERSOS FILOS

**SN GANGLIONAR
ventral y sólido**

CEFALIZACIÓN

concentración de estructuras y funciones en la parte anterior

SEGMENTACIÓN

cierto grado de control sensorial y motor por segmentos

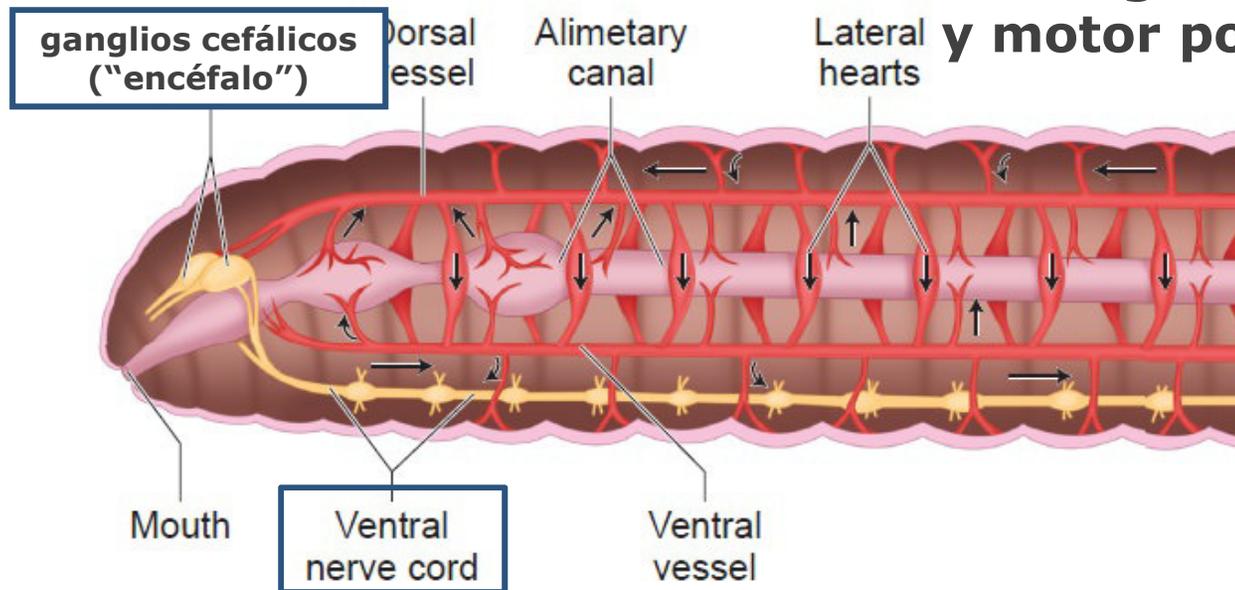


Figure 4.4 *Lampito mauritii*: Circulatory system and Nervous System

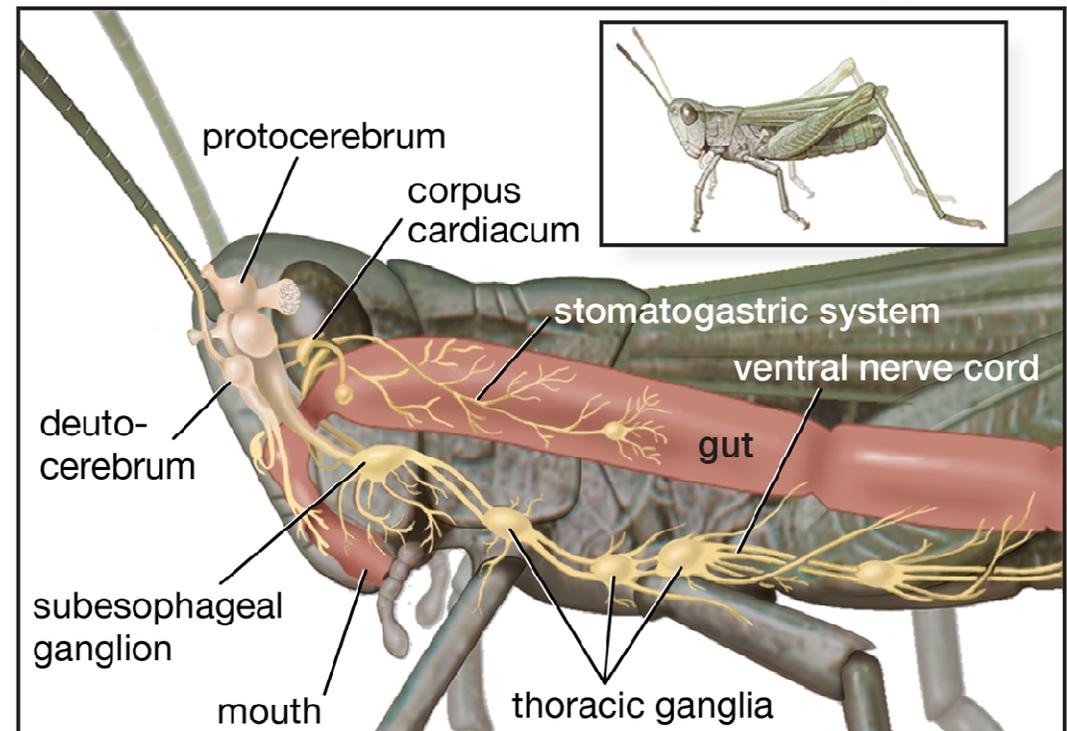
ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA NERVIOSO EN DIVERSOS FILOS

Artrópodos

**SN GANGLIONAR
ventral y sólido**



Nervous system of the arthropod (grasshopper)



**AUMENTO DE
CEFALIZACIÓN**

Por órganos sensoriales

CENTRALIZACIÓN MÁXIMA

División de SN en:

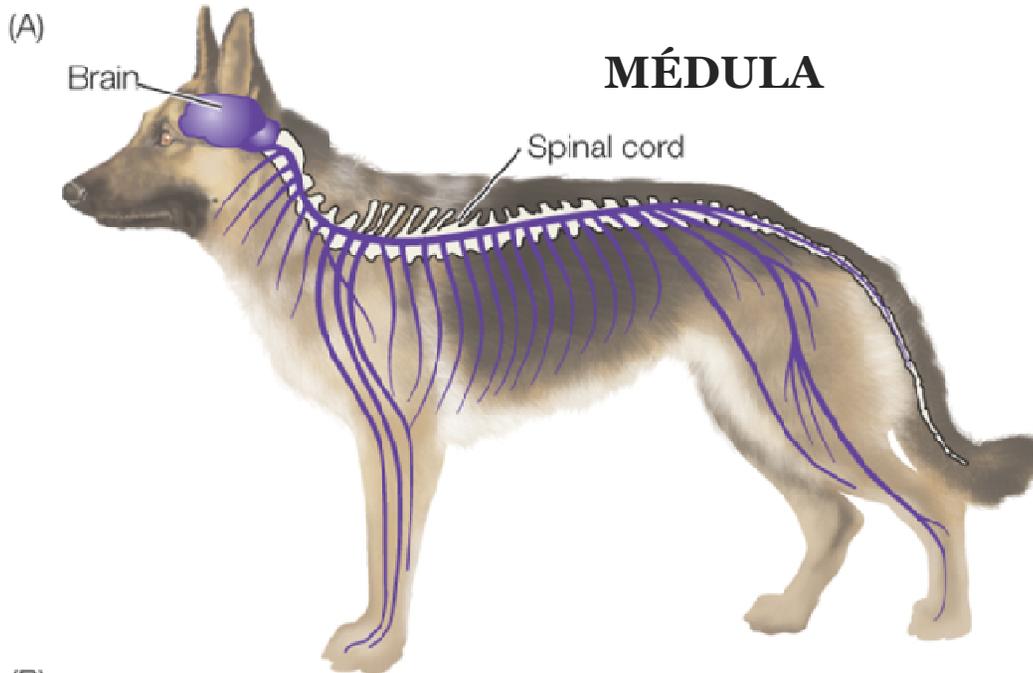
- central (procesamiento) y**
- periférico (aferencias y eferencias)**

ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA NERVIOSO EN DIVERSOS FILOS

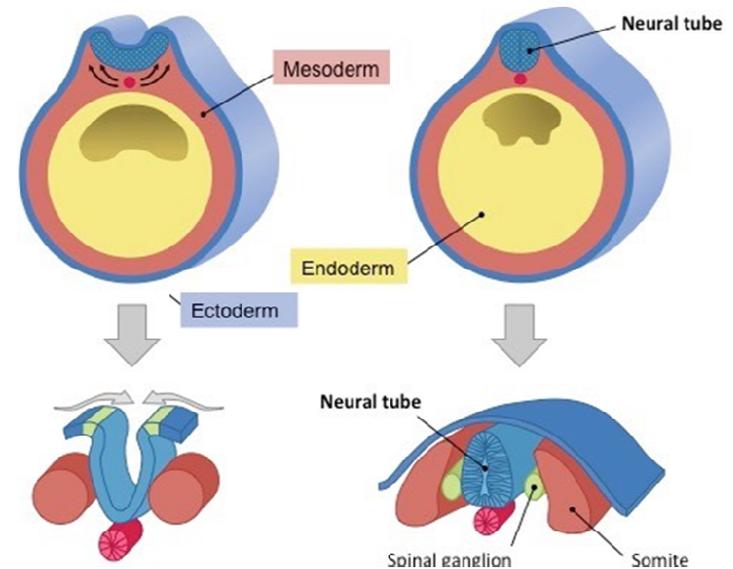
SN ENCEFÁLICO

tubo neural dorsal y hueco/ columnar

ENCÉFALO



Vertebrados

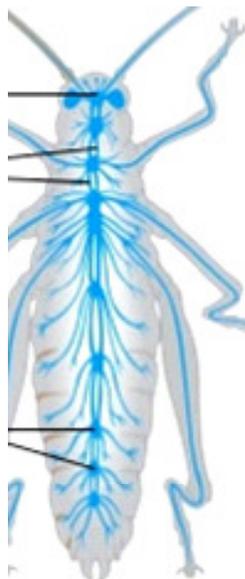


Grado máximo de CEFALIZACIÓN

SN GANGLIONAR de invertebrados bilaterales

neuronas en
ganglios cefálicos +
segmentarios
(cuerda nerviosa
central) conectados
entre sí

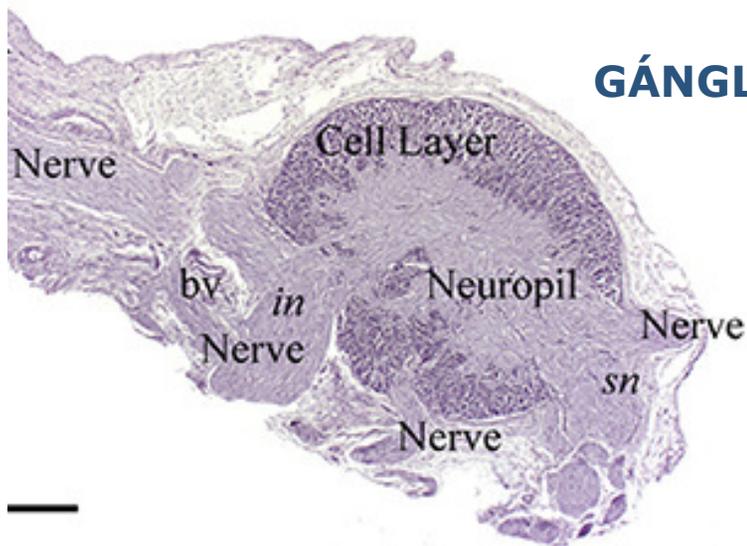
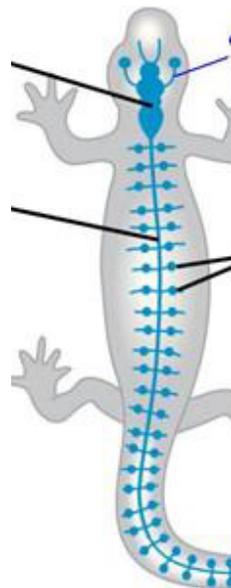
posición ventral



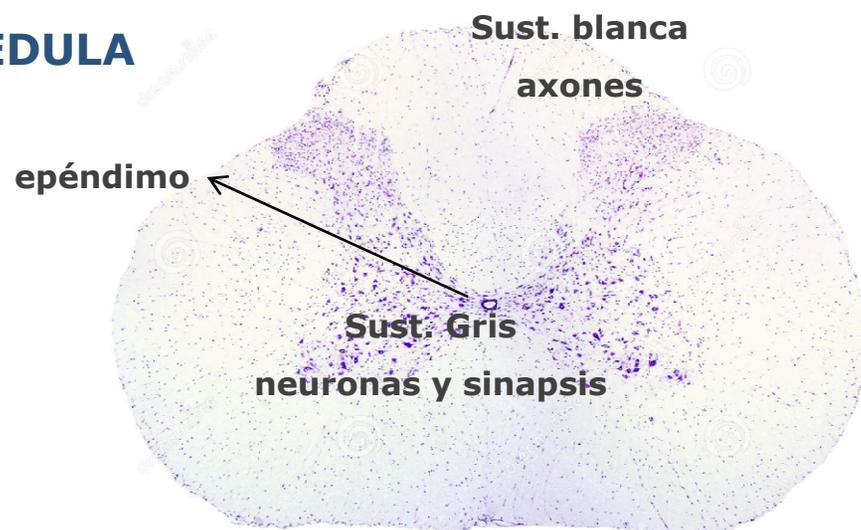
SN ENCEFÁLICO/COLUMNAR de vertebrados

neuronas en un
continuo
(encéfalo +
médula)

posición dorsal

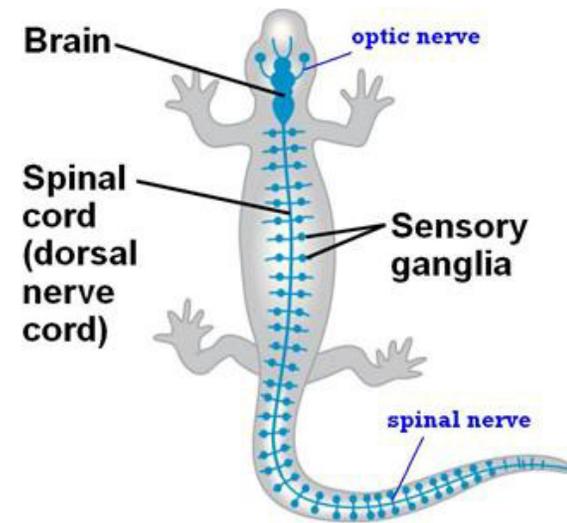
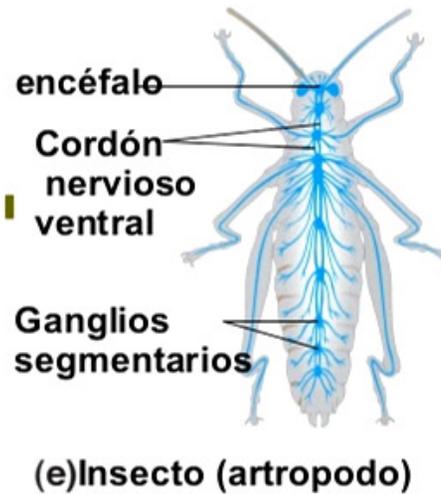
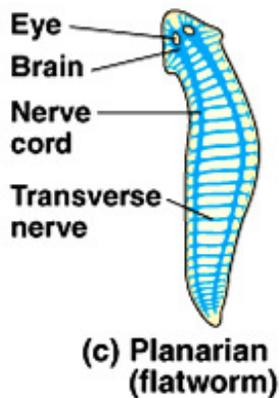
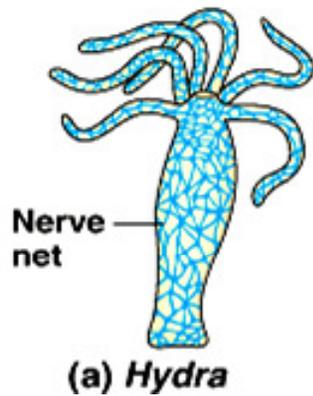


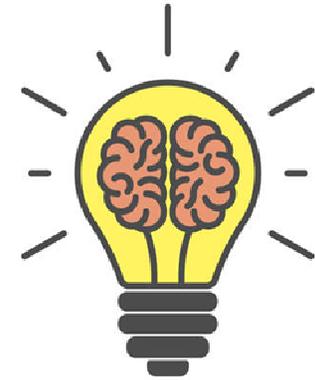
MÉDULA



ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA NERVIOSO EN DIVERSOS FILOS

CARACTERÍSTICAS GENERALES similares en Filos que poseen SN
SINAPSIS capacidad de comunicarse e integrar la información



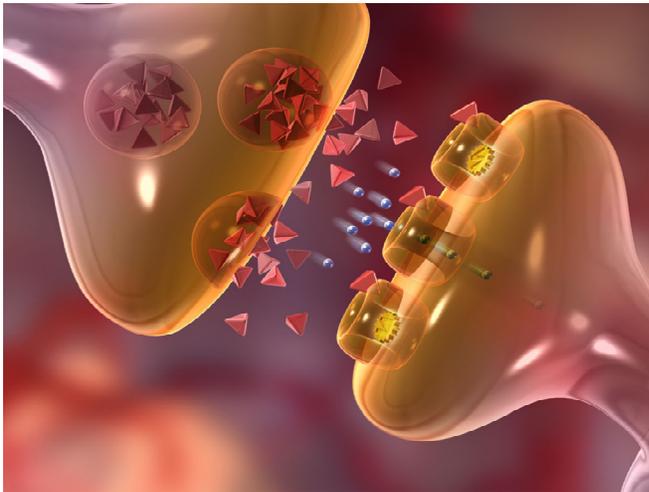


SISTEMAS DE NEUROTRANSMISIÓN Y COMPORTAMIENTO EN ARTRÓPODOS

SINAPSIS Y SISTEMAS DE NEUROTRANSMISIÓN

SINAPSIS comunicación especializada entre neuronas y neuronas y efectores

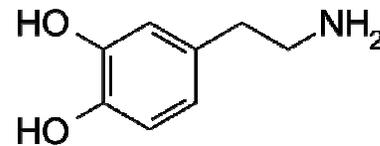
SINAPSIS QUÍMICAS: emplean gran variedad de neurotransmisores



Implicados en procesos de **aprendizaje asociativo** vinculados al valor **reforzador de estímulos**

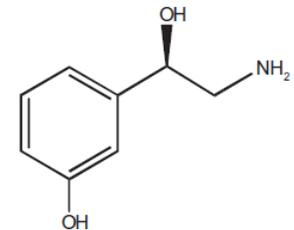
DOPAMINA

en vertebrados y en invertebrados



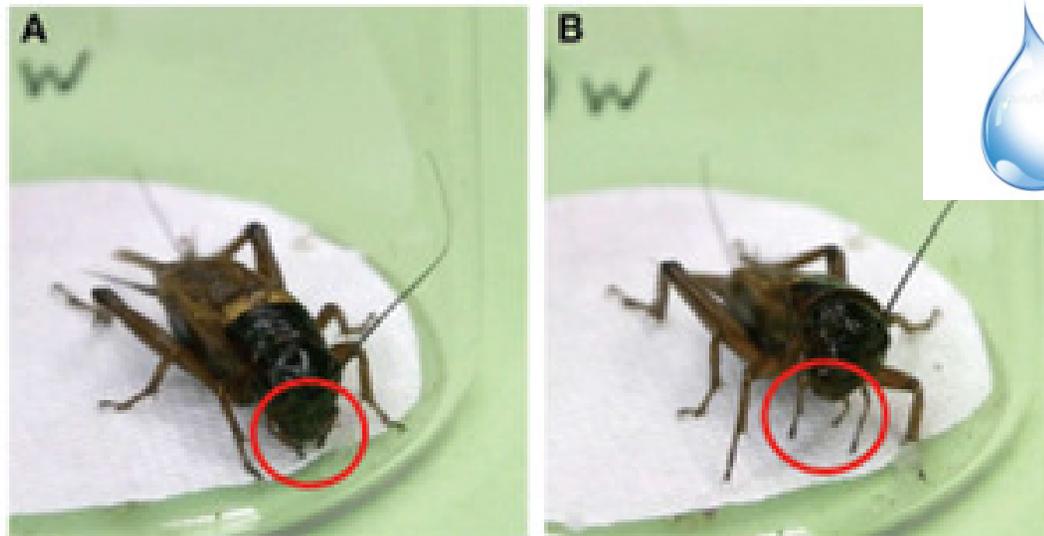
OCTOPAMINA

ampliamente utilizado en invertebrados



¿ES LA DOPAMINA O LA OCTOPAMINA NECESARIA PARA EL APRENDIZAJE EN GRILLOS?

PRIMER PROBLEMA: ¿CÓMO EVALUAMOS APRENDIZAJE EN UN GRILLO?

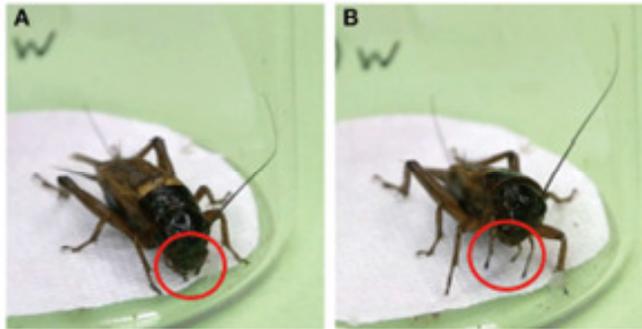


Respuesta de extensión de los palpos maxilares (MER)
respuesta exploratoria de búsqueda de agua y ciertos olores

¿ES LA DOPAMINA O LA OCTOPAMINA NECESARIA PARA EL APRENDIZAJE EN GRILLOS?

PRIMER PROBLEMA: ¿CÓMO APRENDIZAJE EN UN GRILLO?

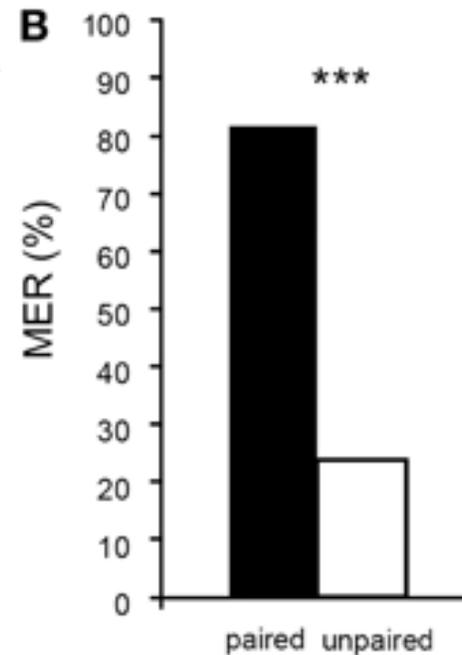
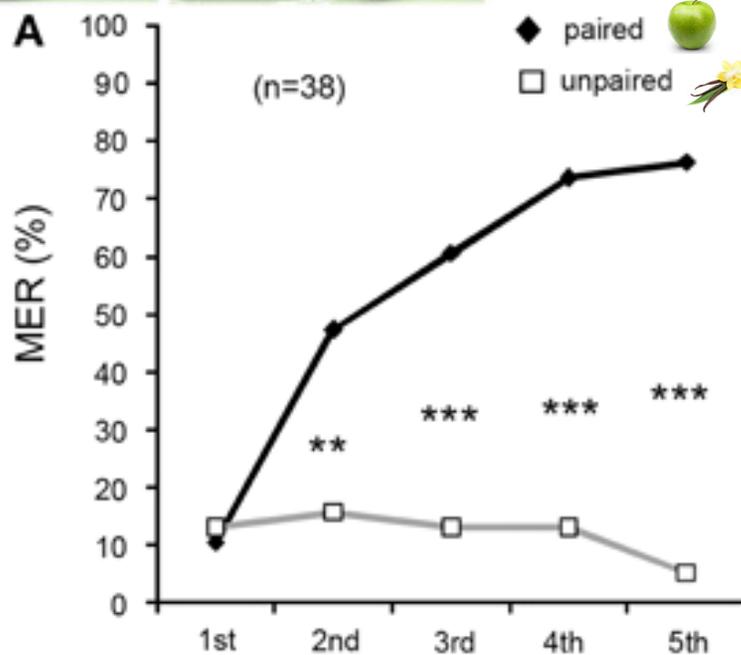
EVALUAMOS



olor a manzana- PAREADO



olor a vainilla- NO PAREADO



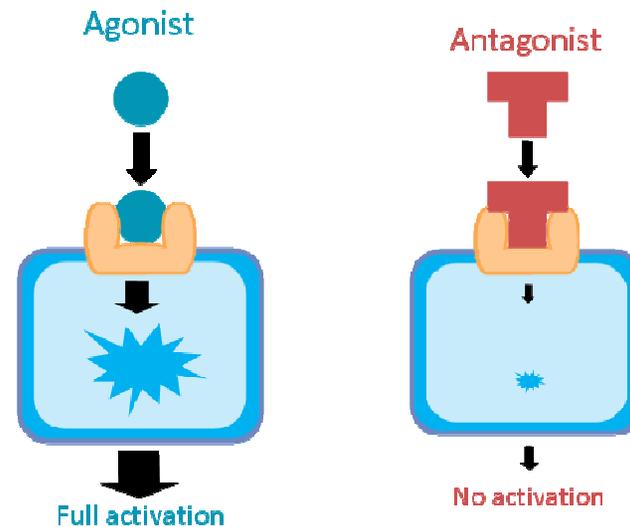
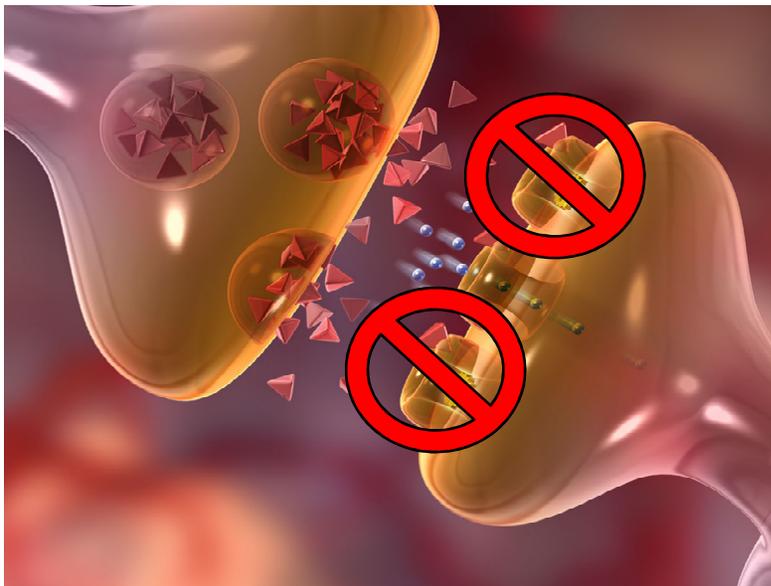
Matsumoto et al., 2015

¿ES LA DOPAMINA O LA OCTOPAMINA NECESARIA PARA EL APRENDIZAJE EN GRILLOS?

SEGUNDO PROBLEMA: ¿CÓMO MODIFICAMOS LA NEUROTRANSMISIÓN DOPAMINÉRGICA Y OCTOPAMINÉRGICA?



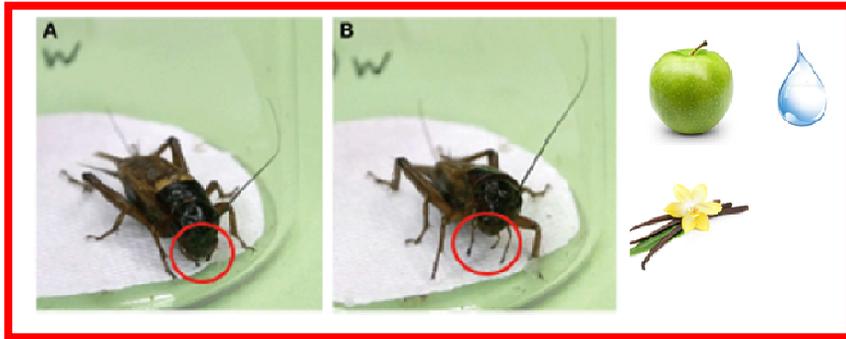
Administrar fármacos **AGONISTAS** o **ANTAGONISTAS** del receptor



ANTAGONISTA DOPAMINÉRGICO Bloqueo receptores de dopamina

ANTAGONISTA OCTOPAMINÉRGICO Bloque receptores de octopamina

¿ES LA DOPAMINA O LA OCTOPAMINA NECESARIA PARA EL APRENDIZAJE EN GRILLOS?

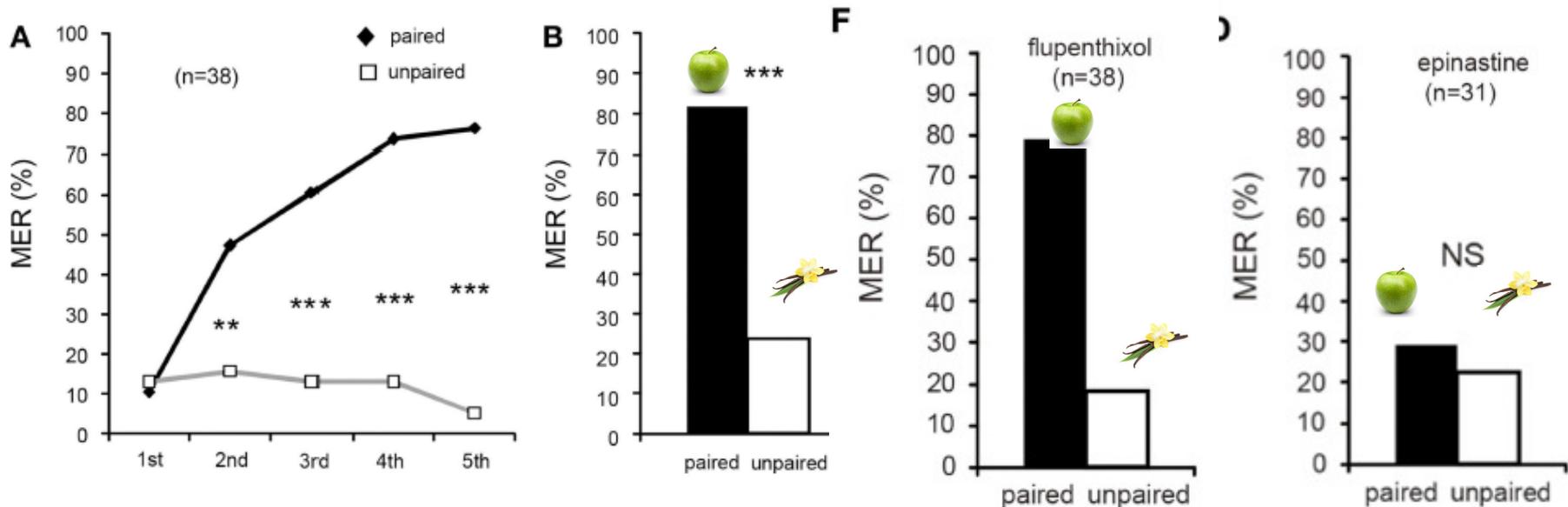


ANTAGONISTAS:

Flupenthixol de receptores de DA y Epinastine de octopamina

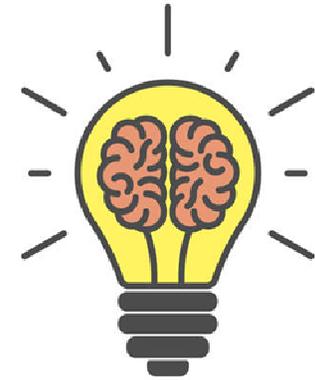
BLOQUEO

Respuesta de extensión de los palpos maxilares (MER)



La **OCTOPAMINA** está implicada en aprendizaje apetitivo en grillos y otros insectos, mientras que la **DOPAMINA** en el aversivo.

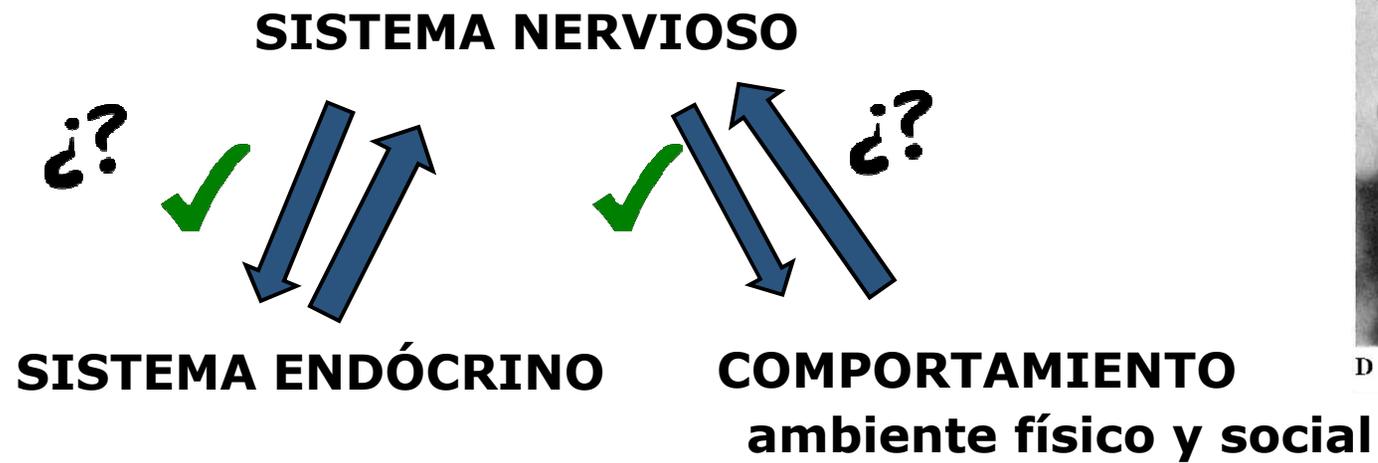
Matsumoto et al., 2015



NEUROENDOCRINOLOGÍA DEL COMPORTAMIENTO

NEUROENDOCRINOLOGÍA DEL COPORTAMIENTO

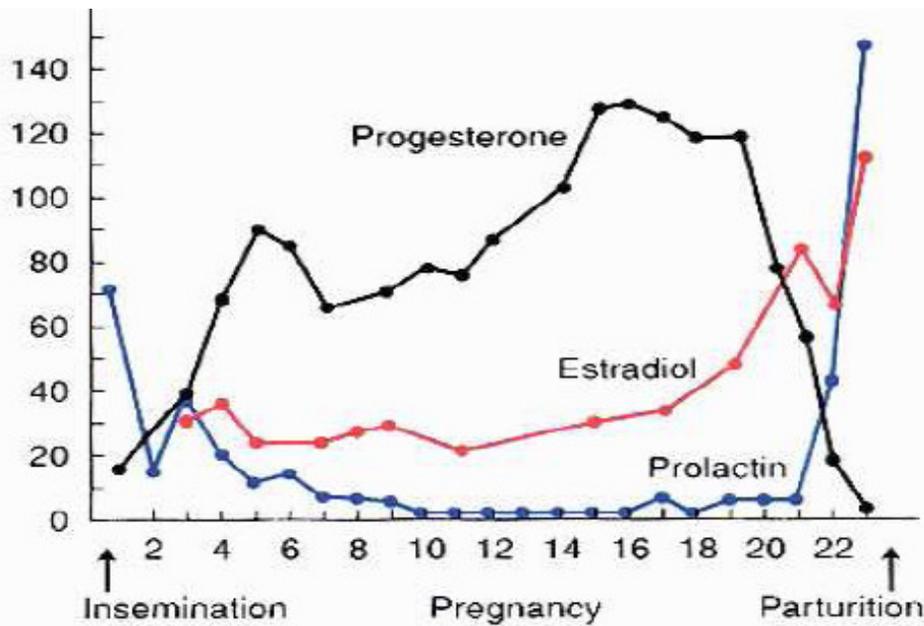
Estudia la interacción hormonas-cerebro-comportamiento



D Daniel Lehrman (1919-1972)



COMPORTAMIENTO MATERNAL EN LA RATA



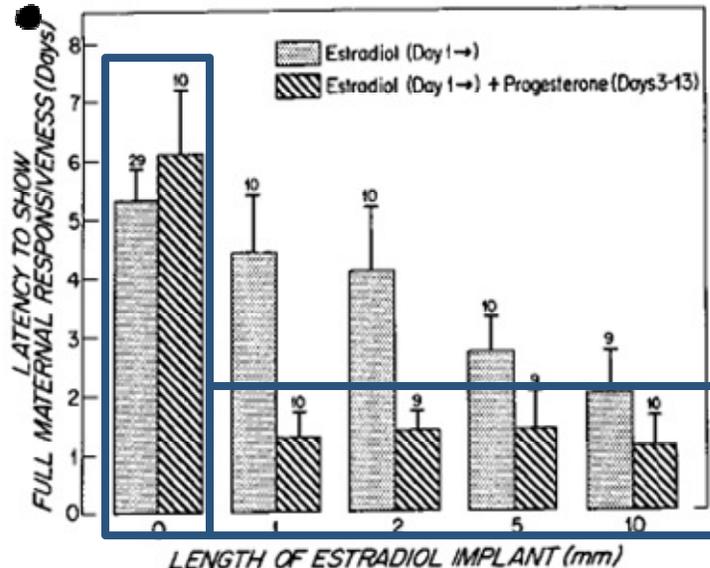
INICIO RÁPIDO DURANTE EL PARTO

Ejemplo 1 Efecto del perfil hormonal de la gestación en la inducción del comportamiento maternal

Hembra no gestante **ovariectomizada** Test maternal con crías
↑

Day 1 **s.c. capsules:** Day 13 Day 14
Estrógeno y progesterona o o chol

¿?



Tiempo hasta volverse madres:

- con E+P 1 día
- sin hormonas 5 días

La administración de esteroides sexuales en un régimen que simula los cambios de la gestación y el parto induce comportamiento maternal.
Bridges, 1984

HORMONAS → CEREBRO → COMPORTAMIENTO

Ejemplo 2: Efecto de la estimulación de las crías en la inducción del comportamiento maternal:

SENSIBILIZACIÓN MATERNAL

Ratas no-parturientas pueden desarrollar cc maternal a través de la exposición continua a crías r

- Machos, hembras e individuos juveniles
- En ausencia de hipófisis y/o gónadas



J Rosenblatt

Padre del comportamiento maternal

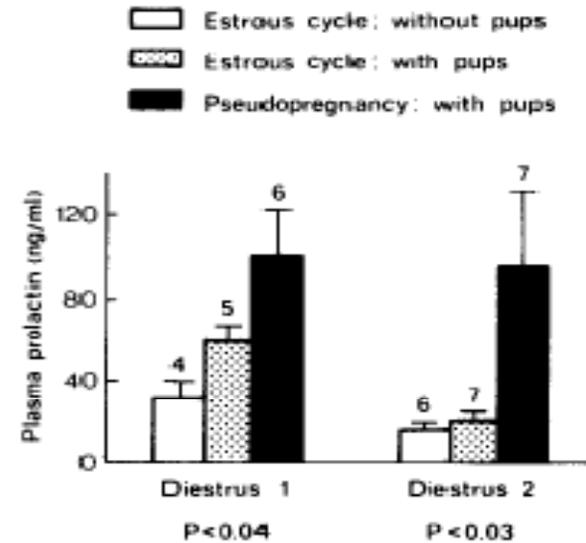
Vía **INDEPENDIENTE DE LAS HORMONAS Y DEPENDIENTE DE LA ESTIMULACIÓN** QUE PROVEEN LAS CRÍAS para el despliegue de este comportamiento

ESTÍMULOS CRÍAS → CEREBRO → COMP.

Ejemplo 3: Efecto de la estimulación de las crías en el perfil endócrino de las hembras

Hembras vírgenes ciclantes maternas con crías....

pueden entrar en pseudopreñez (cambia su perfil endócrino) e incluso desarrollar mamas...



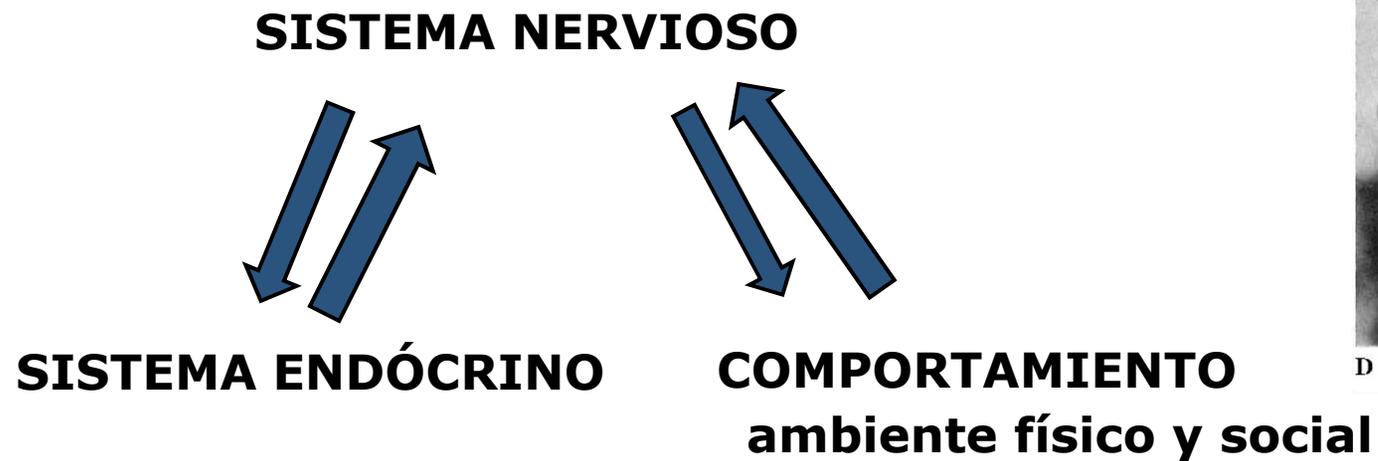
Jakuboski & Terkel., 1986

estimulación de crías → ↑ prolactina → pseudopreñez

ESTÍMULOS CRÍAS → CEREBRO → HORMONAS

NEUROENDOCRINOLOGÍA DEL COPORTAMIENTO

Estudia la interacción hormonas-cerebro-comportamiento



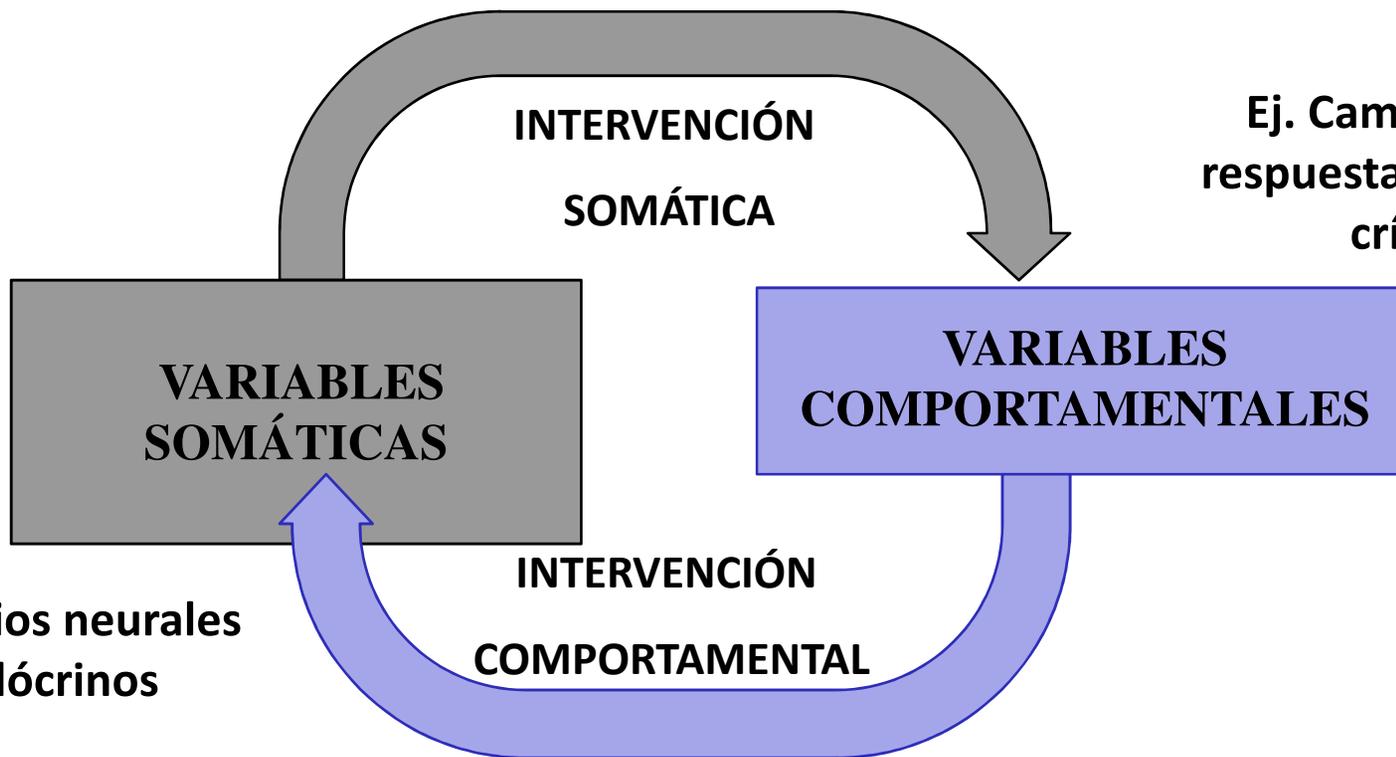
D Daniel Lehrman (1919-1972)



ALGUNAS APROXIMACIÓN EXPERIMENTALES EN NEUROENDOCRINOLOGÍA DEL COMPORTAMIENTO

Ej. Administración de hormonas (Ejemplo 1)

Ej. Cambios de respuesta hacia las crías



Ej. Cambios neurales y endócrinos

Ej. Presencia de crías neonatas (Ejemplos 2 y 3)

PUNTOS A TRATAR

1- Repaso de las principales características de los SISTEMAS DE CONTROL FISIOLÓGICO

2-Organización del SISTEMA NERVIOSO en diversos Filos

3-Aproximación al estudio del control nervioso del comportamiento: *Sistemas de neurotransmisión y comportamiento en invertebrados como ejemplo*



4-Aproximación al estudio de la interacción entre el sistema nervioso y el sistema endócrino en la regulación del comportamiento (Neuroendocrinología del comportamiento): *comportamiento maternal en la rata como ejemplo*



NEUROENDOCRINOLOGÍA DE LOS COMPORTAMIENTOS AFILIATIVOS



Foto: Federico Gutiérrez

¿Cuáles son las bases neurales que subyacen la expresión de comportamientos afiliativos como el comportamiento maternal y el sexual? ¿Qué factores endócrinos, sociales y contextuales modulan su expresión?

Nuestro grupo de investigación integrado por investigadoras y estudiantes del Laboratorio de Neurociencias y de la Sección Fisiología y Nutrición de la Facultad de Ciencias trabaja en colaboración con otros grupos de investigación de la UdelaR y del exterior, desarrollando líneas de investigación que buscan ahondar en las respuestas a estas preguntas.

<https://neuroendo.fcien.edu.uy/>

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

→ **Fisiología Animal. Hill, Wyse y Anderson.**

Capítulo 10: Control neurológico y endócrino y sistema nervioso (NO reloj biológico)

Características generales de función del SN y del SE y organización del SN en los animales

→ **Behavioral Neuroscience.**
Breedlove et al.

Fragmento Scopus and outlooks

DE POSIBLE INTERÉS

•Matsumoto, Y., Matsumoto, C. S., Wakuda, R., Ichihara, S., & Mizunami, M. (2015). Roles of octopamine and dopamine in appetitive and aversive memory acquisition studied in olfactory conditioning of maxillary palpi extension response in crickets. *Frontiers in behavioral neuroscience*, 9, 230.

<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnbeh.2015.00230/full>

•Ferreira, A., Agrati, D., Uriarte, N., Pereira, M., & Zuluaga, M. J. (2012). The rat as a model for studying maternal behavior. In *Behavioral Animal Models*. Research Sign post, Kerala: India, 73-88.

https://www.researchgate.net/profile/Natalia-Uriarte/publication/285746321_The_rat_as_a_model_for_studying_maternal_behavior/links/5665bbb208ae418a786f237c/The-rat-as-a-model-for-studying-maternal-behavior.pdf