**FACULTAD DE PSICOLOGÍA**

# NEUROFISIOLOGÍA II
# 3ra. clase teórica

**Prof. Alberto A.**

TEMA 3: ONTOGENIA DEL SISTEMA NERVIOSO

I. OBJETIVOS:

1. Conocer las etapas y procesos de desarrollo del sistema nervioso central.
2. Comprender el concepto de interacción genética y ambiental.
3. Comprender la influencia de la experiencia sobre el desarrollo de estructura y función cerebral. Concepto de plasticidad.
4. Conocer algunas formas de las alteraciones del desarrollo, genéticas y adquiridas.

GUIA DE CLASE

II. DESARROLLO DE LA CLASE:
A. PRESENTACION DEL TEMA.
Concepto de epigénesis
B. ESTADIOS DE DESARROLLO DEL SISTEMA NERVIOSO CENTRAL (SNC)
1. Estadio prenatal
    1.1. Formación del tubo neural
    1.2. Formación de las vesículas cerebrales
2. Estadios pre y posnatal
    2.1. Proliferación celular
    2.2. Diferenciación celular
    2.3. Migración celular
    2.4. Sinaptogénesis
    2.5. Apoptosis
    2.6. Parcelación
    2.7. Mielinización
3. Trastornos del desarrollo del SN
D. CONCLUSIONES Y CIERRE
Especificidad individual de la organización del SN

III. ILUSTRACIONES ÚTILES PARA LA COMPRENSIÓN DEL TEMA
1. Placa neural. Tubo neural. Rosenzweig. Cap. 4, pág. 108, fig. -3. Carlson. Cap. 4, pág. 91, fig. -6.
2. Vesículas encefálicas. Bear. Cap. 7, pág. 166, figs. -9, -10.
3. Proliferación celular. Rosenzweig. Cap. 4, pág. 110, fig. -5.
4. Diferenciación celular. Rosenzweig. Cap. 4, pág. 113, fig. -8.
5. Factores de diferenciación celular. Kandel. Cap.6 , pág., 105 fig. -6.
6. Migración celular. Rosenzweig. Cap. 4, pág. 112, fig. -.7 . Carlson. Cap. 4, pag. 91, fig. -7, pag. 91.
8. Factores que guían al axón en desarrollo. Kandel. Cap.6 , pág., 110 fig. -10.
9. Mielinización. Rosenzweig. Cap 2, pág. 50, fig. -13.
10. Parcelación axonal en el sistema nervioso periférico. Kandel. Cap.6 , pág., 114 fig. -12.
11. Tasa de desarrollo del encéfalo en relación con el nacimiento. Rosenzweig. Cap. 4, pág. 136, fig. -20.
12. Efectos de la experiencia sobre el desarrollo del SN. Rosenzweig. Cap. 4, pág. 138, fig. -21 .

IV. BIBLIOGRAFIA
A. BIBLIOGRAFÍA BÁSICA
Rosenzweig M R, Leiman A I. Psicología Fisiológica. Mc Graw Hill. Madrid. 1992.Cap. 4.
B. BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA
Kandel E R, Jessell T M, Schartz J H. Neurociencia y Conducta. Prentice Hall. Madrid. 1997. Cap. 6.

# EPIGÉNESIS

Visión del desarrollo según la cual las estructuras y funciones de un organismo surgen como resultado de la interacción compleja entre factores genéticos y no genéticos.

del Glosario de "Comparative Psychology" Papini M., 2002

# Desarrollo macroscópico del sistema nervioso

- Implantación de la blástula en el endometrio (día 7 de edad estacional).
- Formación de las 2 primeras láminas embrionarias: *ectodermo dorsal y endodermo interno* (día 9 de edad estacional).
- Gastrulación de la blástula por invaginación, formación de la 3ra.lámina embrionaria: *mesodermo*.
- Neurulación: por engrosamiento inducido en la superficie dorsal del ectodermo (día 18 de edad estacional).

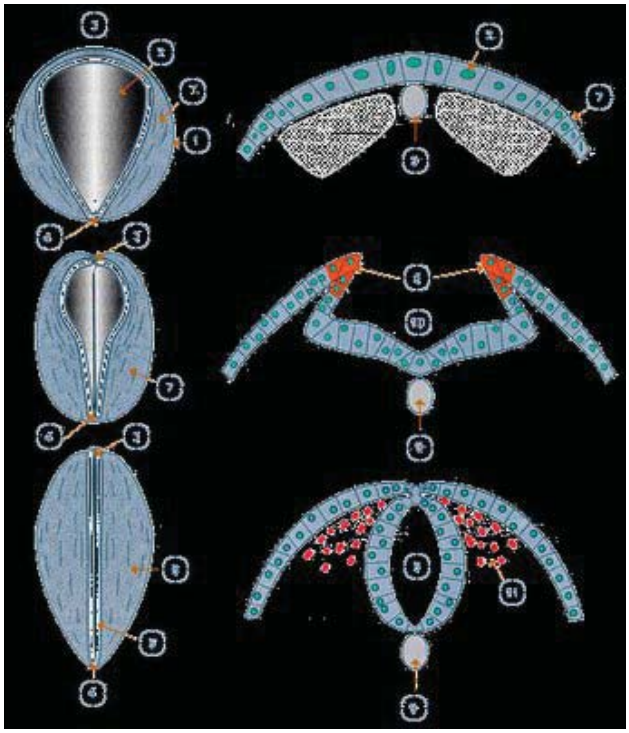


**Figura 1.** Alrededor de la 3ra semana de edad estacional (SEG). Por inducción en el ectodermo, se forman sucesivamente la placa, el surco y la hendidura neurales. Esta última resulta de pliegues neurales longitudinales que se extienden de adelante a atrás (rostral y caudal). La "neurulación" es el proceso por el cual la hendidura neural comienza a cerrarse, inicialmente por el medio, extendiéndose el cierre hacia delante y hacia atrás, persistiendo abiertos los neuroporos anterior y posterior hasta aproximadamente la 4ta ó 5ta. SEG, cuando se cierran el día 25 de gestacional. La formación resultante del cierre se denomina "tubo neural".

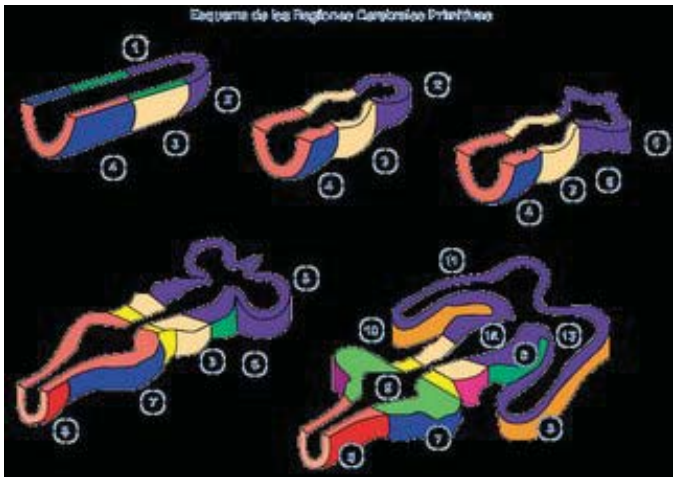
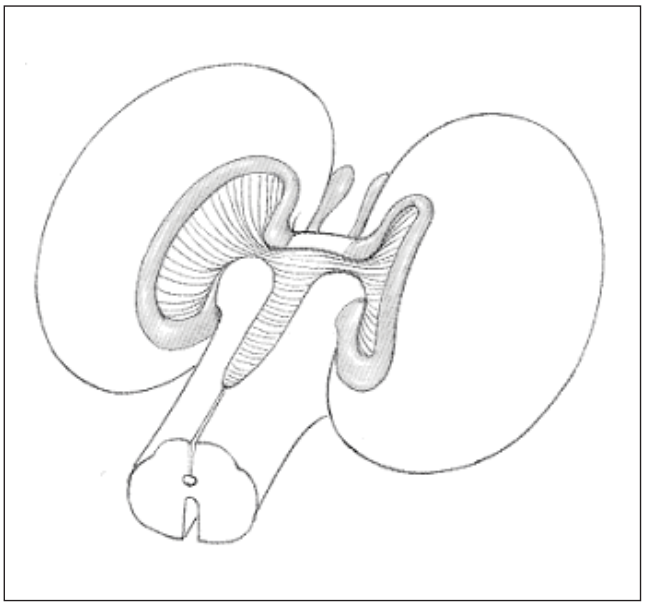


**Figura 2. Desarrollo del tubo neural.** El extremo cefálico se forman 3 vesículas encefálicas: (1) La *vesícula prosencefálica* (luego cerebro anterior), (2) la *vesícula mesencefálica* (cerebro medio) y (3) la *vesícula romboencefálica* (cerebro posterior).

Aproximadamente en la 5ta SEG, dos de estas vesículas primarias se subdividen: La vesícula prosencefálica → *telencéfalo* y *diencéfalo*; la vesícula romboencefálica → *metencéfalo* y *mielencéfalo*. Aproximadamente en la 7° SEG, estas vesículas constituyen las divisiones del SNC que persisten durante el desarrollo y la edad adulta: El telencéfalo → hemisferios cerebrales; el diencéfalo → tálamo y estructuras relacionadas; el metencéfalo → protuberancia o puente y el cerebelo por detrás, y el mielencéfalo → bulbo. El tubo neural continúa hacia atrás como médula espinal. Las cavidades de las vesículas encefálicas, llenas de fluido, constituyen el *sistema ventricular*. A nivel de la médula espinal la cavidad del tubo neural se transforma en una cavidad virtual, sin líquido. El líquido dentro del sistema ventricular se comunica con el espacio existente alrededor del SNC, constituyendo el *líquido céfalo raquídeo*.

# Esquema del sistema ventricular del encéfalo perinatal



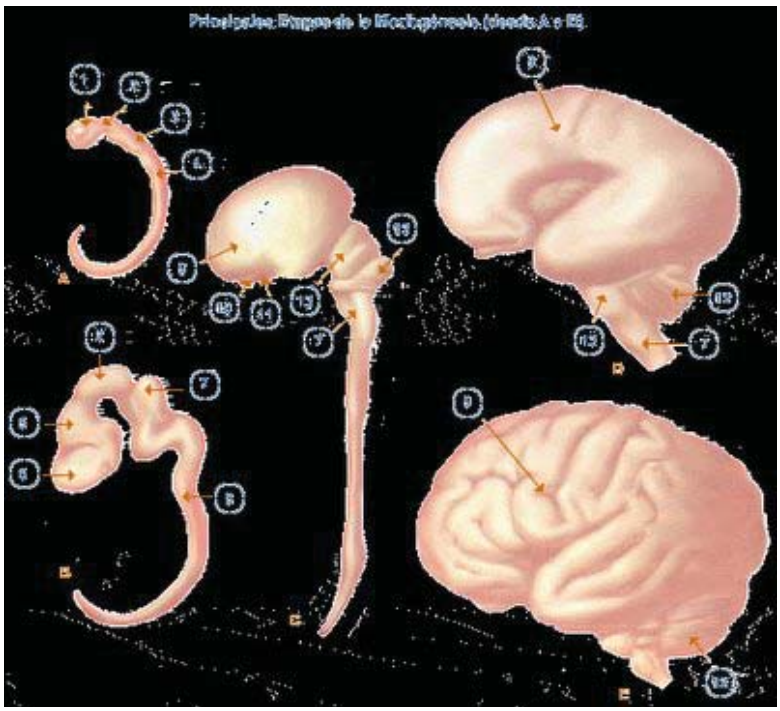
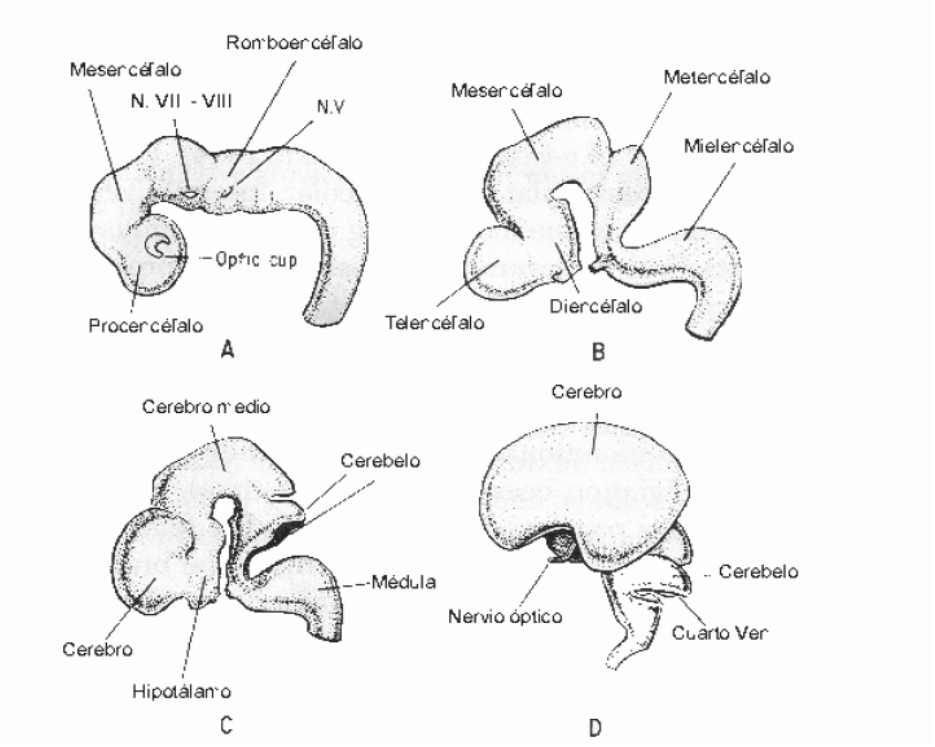


**Figura 3. Desarrollo del encéfalo fetal.** Aproximadamente en la 8va. y 9na. SEG, comienzan a formarse las estructuras cerebrales a nivel de las distintas divisiones del encéfalo. Los hemisferios cerebrales crecen en una proporción mayor al crecimiento del tronco cerebral. Los hemisferios cerebrales se recubren de la corteza cerebral fundamentalmente por la migración de los neuroblastos hacia la superficie.

Alrededor de la 27va. SEG, el desarrollo de la corteza da lugar a la formación de las *circunvoluciones*, áreas de la corteza cerebral separadas entre sí por surcos. Al final del período fetal, el cerebro humano pesa alrededor de 350 gramos.




# Proliferación celular

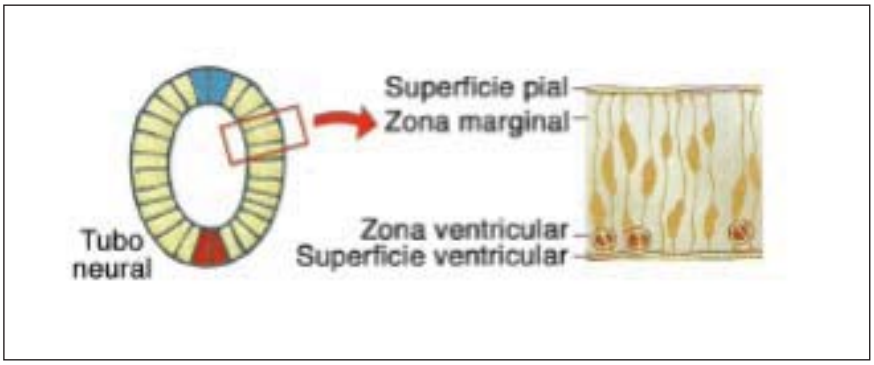
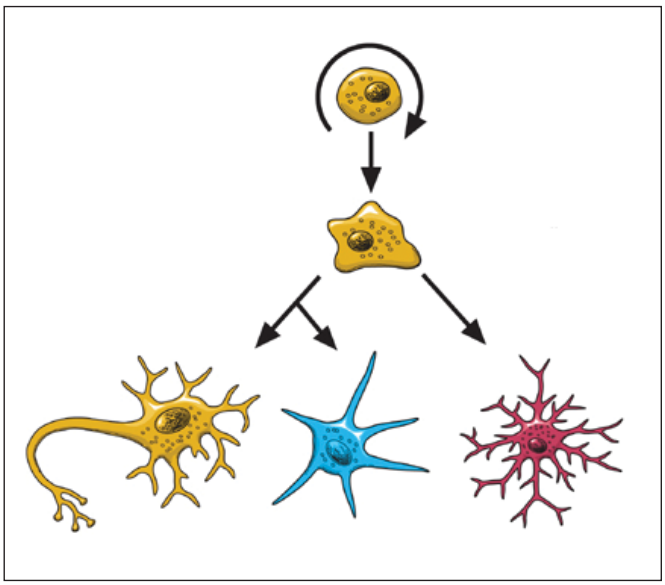


**Figura 4. Proliferación celular.** La multiplicación de las células que formarán el sistema nervioso (neuronas y células gliales), se produce por *mitosis* de las *células germinales embrionarias* (*células madres*), a partir de la la 4ª semana del desarrollo embrionario.

La proliferación celular se origina en las *zonas proliferativas* (zona ventricular) hacia la periferia del tubo neural (zona marginal). En la zona ventricular del tubo neural pueden observarse células en periodo de interfase. En en el periodo intermitótico las células del *neuroepitelio* pueden ocupar la zona marginal confiriendo al tubo neural la apariencia de estar formado por varias capas celulares (tubo neural pseudoestratificado).

# Diferenciación celular



# Migración neuronal

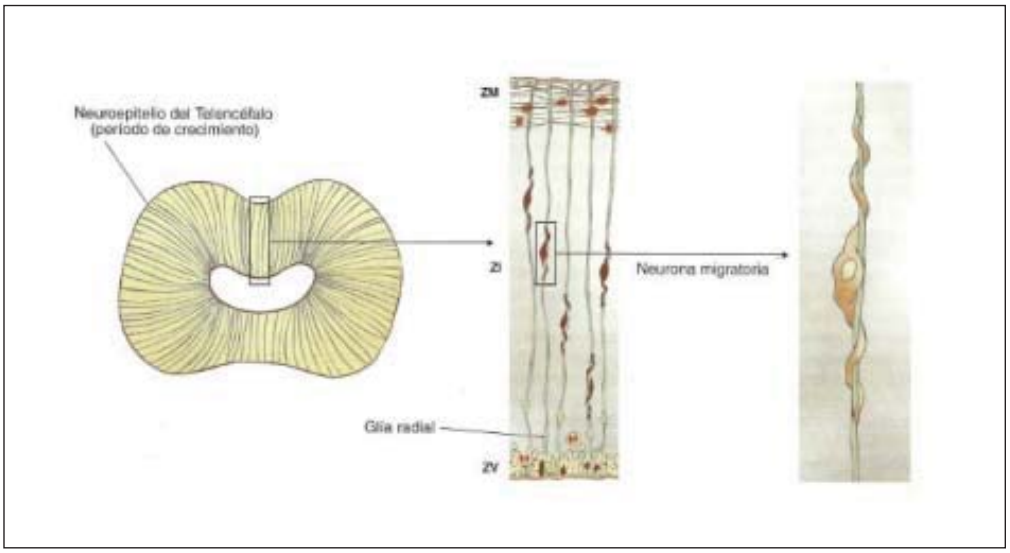
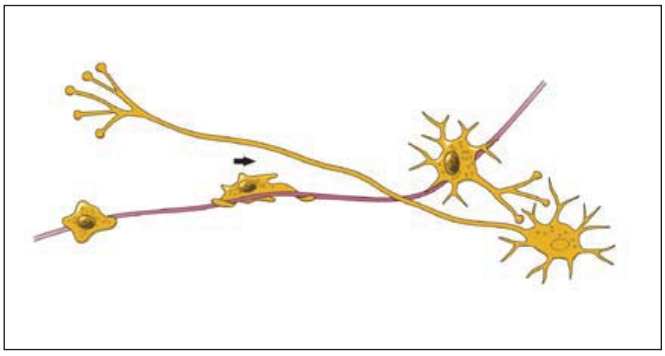
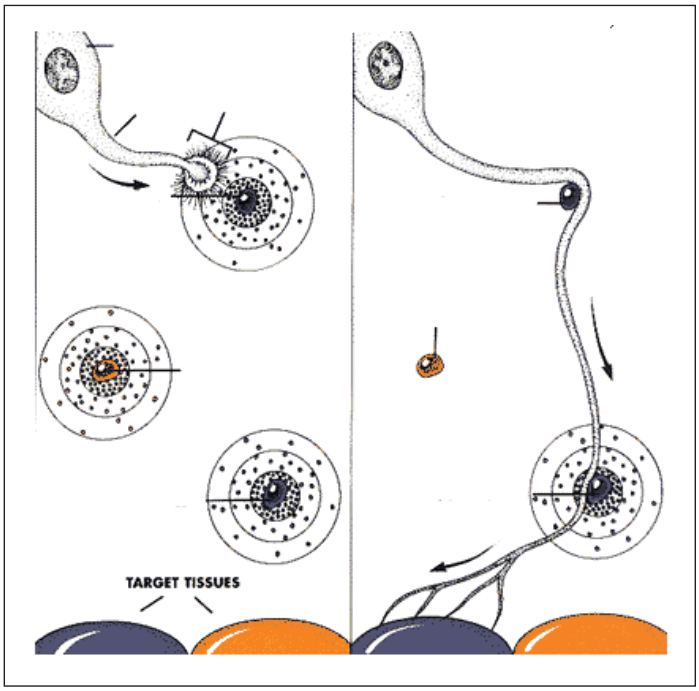



**Figura 5. Migración celular.** Aproximadamente en la 6ta. SEG, el tubo neural está formado por una *zona ventricular* (V) próxima a la cavidad, donde existen células mitóticas en proceso de proliferación, y una *zona marginal* (M) o externa. Comienza en esta etapa el proceso de migración celular por el cual los neuroblastos se dirigen desde la zona de proliferación hacia los sitios de localización permanente. En el tubo neural, por efectos de los procesos celulares de proliferación y migración se forma una *zona intermedia* (I) entre las zonas antes mencionadas.

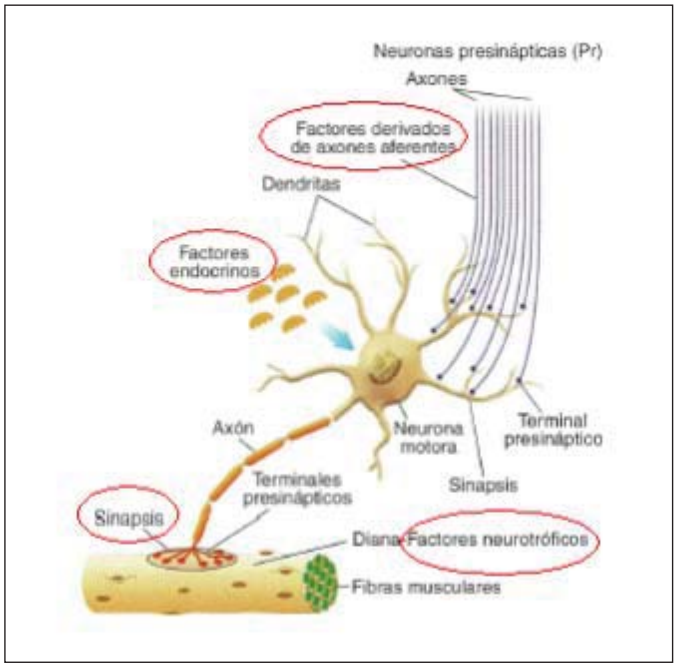
# Migración celular



# Formación de sinapsis



# Factores de supervivencia neural




# Apoptosis

La *apotosis* es el proceso por el cual desaparecen las neuronas que no tienen las condiciones necesarias para la supervivencia. La apoptosis es un proceso de *muerte celular programada* que resulta, entre otros factores, de la ausencia de actividad funcional en condiciones de redundancia celular.

# Parcelación

La *parcelación* es el proceso por el cual desaparecen las sinapsis y prolongaciones de los circuitos neuronales que no adquieren funciones durante el desarrollo del sistema nervioso.