



1. INTRODUCCIÓN

El desarrollo biológico empieza con la concepción . El desarrollo psicológico está estrechamente ligado al desarrollo biológico y así ha sido reconocido universalmente por las teorías psicológicas del desarrollo.

En las últimas décadas se ha producido un notabilísimo incremento del conocimiento neurobiológico ligado a la invención y diseño de nuevos métodos y **técnicas de neuroimagen** que permiten estudiar la actividad molecular y celular del sist. Nervioso, así como comprobar el funcionamiento del cerebro de los bebés, niños y adolescentes, durante el propio proceso de realización de las tareas cognitivas.

TECNICAS DE NEUROIMAGEN: potenciales evocados, resonancia magnética, tomografía por emisión de positrones.

La neurociencia cognitiva del desarrollo es la unión de varias disciplinas dedicadas a los estudios del desarrollo cognitivo, las evidencias logradas en los trabajos sobre desarrollo del cerebro y las que provienen de la etología. Entre sus métodos de estudio podemos destacar las técnicas de imágenes funcionales del cerebro y el estudio de las lesiones cerebrales y sus efectos en la conducta y la cognición.

2. EL DESARROLLO FÍSICO Y MOTOR

2.1. El desarrollo prenatal

El desarrollo prenatal comienza con la concepción dando lugar a una nueva célula simple llamada cigoto. A través de la división celular (**meiosis**) el cigoto recibe 23 cromosomas de la madre y 23 cromosomas del padre.

El proceso de maduración del cigoto hasta su completo desarrollo dura 38 semanas y se divide en tres etapas: periodo germinal, periodo embrionario y periodo fetal.

a) El periodo germinal . Desde la concepción hasta las dos primeras semanas.

La concepción tiene lugar cuando un espermatozoide fecunda un ovulo y se forma el ZIGOTO, iniciando el proceso de división celular. En tres días pasa de estar en las trompas de Falopio al útero y tras cuatro o cinco días más se instala en el útero. Después de las dos primeras semanas las células se habrán multiplicado y empezaran a diferenciarse. El embrión posee un membrana externa (corión) y una interna (amnios) que le rodea y protege. También se puede observar la placenta, la cual aporta de nutrientes y oxígeno al nuevo ser.

La diferenciación celular se produce gracias a una sustancia llamada **activina**.

-Células con mayor cantidad de activina = endodermo = aparato digestivo y respiratorio.

-Células con concentración media de activina = mesodermo =huesos, músculos, sangre, riñones y corazón.



CAPITULO 2: El desarrollo biológico y motor

-Células con menor concentración de activina = ectodermo= sit. Nervioso, piel, pelo y órganos sensoriales.

b) El periodo embrionario

Abarca desde la tercera semana hasta la octava. En este periodo se le denomina EMBRION. Se desarrollan los órganos y el sit. Nervioso, el respiratorio y el digestivo. Es un periodo muy crítico donde el embrión es muy vulnerable a las influencias del ambiente. Se pueden producir alteraciones congénitas como la sordera, ceguera o el paladar hendido.

Existen dos principios que guían el desarrollo del embrión y que continúan hasta la adolescencia:

El principio proximodistal: indica que el desarrollo se efectúa desde la parte más próxima al eje central del cuerpo a la parte más alejada.

El principio cefalocaudal: indica que el desarrollo progresa de la cabeza a los pies. Al final del periodo embrionario el organismo mide 2,5 cm. Se distingue claramente la cabeza del cuerpo, la cara y el corazón late con fuerza. Empiezan a funcionar el riñón y el estómago y el sist. Endocrino comienza a producir hormonas. También aparecen formados los órganos sexuales. Todos los órganos están formados pero de manera muy primitiva.

c) El periodo fetal

Abarca desde la novena semana hasta el nacimiento (38 semanas +-). En esta fase el FETO aumenta de tamaño y volumen drásticamente, produciéndose cambios externos e internos. Los órganos empiezan a adquirir estructura más precisa y establecer funciones y aparecen las primeras células óseas.

A la 16 semanas el FETO mide 15-17 cm y pesa 100g. La mayor parte de los sistemas básicos están desarrollados, pero el FETO no está preparado para sobrevivir fuera de útero debido a que no tiene conexión entre las distintas neuronas en el córtex cerebral. El FETO debe producir un líquido llamado **surfactante** que le permitirá transmitir el oxígeno del aire a la sangre.

A partir de la 29 semana el FETO ya puede sobrevivir por sí solo. El ritmo del corazón es muy rápido, se acelera la actividad de todos sus órganos y se forma una capa de grasa alrededor de todo el cuerpo. Un niño que nace a tiempo pesa unos 3k y mide unos 50cm.

2.2. El desarrollo físico

El desarrollo físico es producto de la interacción entre el niño y su entorno. El crecimiento de los bebés y los niños continúa con los patrones cefalocaudal y proximodistal. De esta manera podemos decir que el crecimiento se caracteriza fundamentalmente porque progresa de la cabeza a los pies (ver figura 2.1). Las dimensiones de la cabeza de un recién nacido se aproximan más a la de un adulto que



CAPITULO 2: El desarrollo biológico y motor

el resto del cuerpo. Además los bebés aprenden a utilizar antes sus extremidades superiores que las inferiores. El principio proximodistal hace que se desarrolle el tronco antes que las extremidades y los brazos y las piernas antes que las manos y los dedos.

En los tres primeros meses de vida el crecimiento es mucho más rápido que en el resto del ciclo vital. Aumenta el peso, el tamaño y la cabeza empieza a ser más proporcionada en relación al cuerpo.

En la primera infancia (3-6 años) adelgazan, les crece el cuerpo, los brazos y las piernas. Los huesos se fortalecen lo que facilita que desarrollen muchas destrezas motrices.

En la infancia intermedia (7-12 años) siguen creciendo y aumentando peso. Las niñas retienen un poco más de tejido graso que los niños.

En la adolescencia se producen cambios importantes en el aspecto físico que mencionaremos a continuación:

-Crecimiento súbito. Crecimiento repentino de talla y peso que empiezan a tener antes las niñas que los niños. Dura dos años y es un síntoma de madurez sexual.

-Características sexuales primarias. Son los órganos que intervienen en la reproducción. En las niñas maduran los ovarios, el útero y la vagina y se alcanza la Menarquia (menstruación). En los niños se agrandan y maduran el pene, los testículos, la próstata y las vesículas seminales.

1er síntoma de madurez sexual femenino la menstruación .

1er síntoma de madurez sexual masculina presencia de esperma en la orina.

-Características sexuales secundarias. En las niñas el crecimiento del pecho y la aparición de vello en el pubis y las axilas. En los niños cambios en la voz, vello en el pubis, axilas y cara. Y en los dos la piel se torna más áspera y con mas grasa.

Factores que afectan al crecimiento y madurez del ser humano:

Herencia genética: padres altos = hijos altos

Nutrición: fundamental para el correcto desarrollo del niño. Una mala nutrición va acompañada de deficiencias en el desarrollo intelectual, crecimiento más lento y pubertad tardía.

Los desordenes alimentarios también inciden sobre el desarrollo de la persona.

La anorexia nerviosa produce serios riesgos para la salud, perdida de la menstruación en niñas, debilitamiento muscular, piel seca deshidratación.

La bulimia daña los dientes, irrita las encías y produce grietas en los labios.

La obesidad provoca que las niñas lleguen antes a la pubertad y los niños dan el "estirón" antes. A esto hay que añadir que los niños obesos tiene problemas escolares y dificultades sociales.

El ejercicio es muy beneficioso si se realiza de manera moderada. Un alto entrenamiento produce un menor crecimiento y en las mujeres menstruaciones irregulares .



CAPITULO 2: El desarrollo biológico y motor

La clase social es un factor que influye en el crecimiento. La pobreza suele asociarse con un retraso del crecimiento y desarrollo sobre todo si se produce entre los 3 y 36 meses de edad.

Las deficiencias físicas. Tanto la pituitaria como las glándulas tiroideas son cruciales para un crecimiento normal. Un mal funcionamiento de la tiroides puede provocar enanismo o gigantismo. También alteraciones metabólicas, infecciones, enfermedades de hígado...

Los traumas y abusos psicológicos pueden provocar enlentecimiento del crecimiento. En hogares donde la agresividad, la ingesta de alcohol o el abuso sexual de menores se pueden encontrar niños con baja estatura y peso.

2.3. El desarrollo psicomotor

El desarrollo psicomotor es de vital importancia puesto que supone la base para el desarrollo cognitivo, del lenguaje, social y emocional. Es la manifestación externa del Sistema Nervioso Central. Dicho desarrollo se puede dividir en dos categorías generales: la locomoción y el desarrollo postural y la presión, es decir la habilidad para usar las manos.

a) La locomoción y el desarrollo postural

Son las habilidades motoras gruesas. Durante los dos primeros meses de vida se puede observar que sus piernas aumentan de volumen pero no en musculatura. Esto provoca en el bebé una serie de movimientos estereotipados que van desapareciendo progresivamente. A partir del quinto mes, va ganando estabilidad y empiezan a cambiar las proporciones corporales: se estiran las piernas y ensancha los hombros. Hacia los ocho o nueve meses el bebé puede gatear. En el momento que controlan su postura ya están capacitados para caminar. Caminar fomenta la interacción social la autonomía. Todo este proceso se rige por el principio cefalocaudal.

b) La habilidad para usar las manos

Son las habilidades motoras finas. El uso correcto de las manos se puede considerar como un tipo de inteligencia manual.

Inicialmente el movimiento de las manos del bebé se produce como un acto reflejo. Hacia los 2 meses tratan de coger los objetos con el puño en vez de con la mano abierta. A los dos meses el sistema cortical todavía no está coordinado con el sistema que controla los movimientos motores más gruesos. En torno a los 4-5 meses ya coge los objetos con las manos abiertas (funcionamiento muy armonizado del sistema sensoriomotor). A los 9 meses muestra un gesto ágil, rápido y preciso a la hora de alcanzar un objeto. Para finalizar, a los 12 meses exploran todo lo que tienen a su alrededor con las manos. Todo este proceso se rige por el principio proximodistal.

A partir del segundo año se empieza a observar el desarrollo motor en su conjunto: habilidades motoras finas y gruesas. A los 2 años empiezan a superar su batalla



CAPITULO 2: El desarrollo biológico y motor

con la gravedad y el equilibrio. También pueden tirar y coger distintos objetos con precisión.

El desarrollo psicomotor es el nexo privilegiado entre el desarrollo físico e intelectual.

3. EL DESARROLLO CEREBRAL

Las diferencias del desarrollo cerebral humano con el de los otros primates consisten en el notable incremento de la corteza cerebral y la existencia de un periodo temporal mucho más largo de desarrollo postnatal. De este hecho surgen las capacidades cognitivas específicas del ser humano.

Las neuronas que posee el bebé en el nacimiento han sido generadas en los primeros meses del embarazo (especialmente 3-4 meses). Estas neuronas tienen que emigrar y establecer conexiones con otras neuronas para formar el tejido cerebral. Hacia el 4,5 mes de gestación la migración neuronal ha creado tres estratos diferenciados y a partir del séptimo mes alcanza los seis estratos. El desarrollo prenatal del cerebro incluye el proceso de crecimiento y desarrollo de axones y dendritas y el establecimiento de conexiones sinápticas axón-dendrita (5º mes de gestación).

Para poder relacionar el desarrollo cerebral con el cognitivo resulta importante ver algunas características del desarrollo postnatal que vamos a enumerar:

- 1- **Crecimiento postnatal del cerebro humano:** La masa cerebral se cuadruplica entre el nacimiento y la edad adulta debido al aumento del número y complejidad de las dendritas, al incremento de la densidad de las conexiones sinápticas en el cortex cerebral y al incremento de la mielinización.
- 2- **Pérdida o “poda” de conexiones sinápticas:** Proceso de pérdida de densidad sináptica que aparece en diferentes edades dependiendo de la zona cortical. La sobreproducción inicial de conexiones sinápticas y su posterior poda parece estar relacionada con la PLASTICIDAD del cerebro infantil.
- 3- **Plasticidad cerebral:** Propiedad fundamental del desarrollo del córtex. El proceso de diferenciación y especialización de las diferentes áreas del córtex está muy influenciado por la actividad neuronal y por factores intrínsecos relacionados con el “encendido” automático.

La corteza frontal es la encargada de las **funciones ejecutivas** que implican la capacidad de planificar la conducta, controlar la atención durante la realización de tareas complejas, inhibir conductas erróneas o activar conocimientos almacenados en la memoria a largo plazo. Sólo a partir de los 25 años la poda sináptica está finalizada, es decir, el establecimiento de conexiones específicas que permiten realizar tareas cognitivas complejas (resolución de problemas matemáticos), que requieren la acción de procesos de control EJECUTIVO está en desarrollo durante la adolescencia y se consigue de pleno en la edad adulta.



CAPITULO 2: El desarrollo biológico y motor

Asimismo, el proceso de mielinización se produce en diferentes oleadas desde el periodo prenatal, llegando en zonas específicas a la edad adulta. Los cambios más importantes de mielinización se producen en la adolescencia (disminución de la materia gris e incremento de la materia blanca).

Durante la edad adulta se producen cambios específicos en el hipocampo.

Procesos del desarrollo regulados genéticamente. La formación y desarrollo de neuronas, la proliferación y sobreproducción de las sinapsis.

Procesos del desarrollo regulados por el ambiente. Procesos de poda sináptica y el establecimiento de nuevos circuitos y redes sinápticas.

4. CEREBRO Y DESARROLLO COGNITIVO

4.1. Desarrollo neurológico y períodos sensibles

El patrón de ascenso-caída típico de las conexiones sinápticas y de la actividad neuronal parece estar relacionado con la plasticidad cortical durante la infancia, así como con la existencia de **periodos sensibles** en el desarrollo.

Periodos sensibles: Períodos o fases del desarrollo de especial susceptibilidad a las influencias ambientales que permiten o facilitan el logro de ciertas habilidades cognitivas. Un ejemplo prototípico es la adquisición del lenguaje durante la infancia.

La noción de **período crítico** enfatiza la importancia que la maduración biológica tiene en el desarrollo al resaltar la necesidad de que determinadas experiencias ocurran en un momento temporal determinado. Pongamos varios ejemplos:

Impronta o troquelado: las crías de determinadas aves muestran una conducta de seguimiento del primer objeto que ven inmediatamente después de salir del huevo. Generalmente es la madre lo primero que ven por esto la conducta de impronta ofrece evidentes beneficios para la supervivencia de las crías. El periodo de impronta es bastante corto ya que el cerebro madura muy rápido y en varios días los patitos evitan los objetos desconocidos.

El desarrollo temprano del sistema visual de los gatos: Hubel y Wiesel comprobaron que si se le tapaba un ojo durante un tiempo determinado a un gatito recién nacido, cuando el córtex visual está sufriendo cambios, el animal quedara ciego de ese ojo. Aunque investigaciones posteriores sostienen que parte de las funciones pueden ser parcialmente recuperadas por la experiencia.

En ningún caso se puede hablar de periodos críticos en el desarrollo humano, aunque determinados aprendizajes pueden ser realizados de forma más sencilla en periodos **sensibles**. Estos periodos están relacionados con el patrón de ascenso-caída en el desarrollo de las diferentes zonas de la corteza cerebral. Por ejemplo la adquisición del lenguaje (fonemas y gramática). Los niños son capaces de aprender rápidamente otras lenguas y es a partir de la pubertad cuando se empieza a tener dificultades para ello.



4.2. Bases neuronales del desarrollo de la memoria

En este apartado analizaremos las relaciones entre el desarrollo cerebral y el desarrollo cognitivo, centrándonos en un proceso cognitivo: los sistemas memoria. La evidencia neurocientífica confirma que podemos hablar de dos sistemas básico de memoria: la memoria explícita o declarativa, y la memoria implícita, no declarativa o memoria procedimental.

La distinción entre procesos cognitivos explícitos e implícitos afecta a la memoria, el aprendizaje, el pensamiento y el razonamiento.

Los procesos **explícitos** suelen ser conscientes, intencionados, controlados y consumen recursos cognitivos.

El desarrollo de la memoria explícita en bebés comienza en la segunda mitad del primer año de vida. Ej: sacar el bebé la lengua cuando antes la ha sacado un adulto. Esta memoria explícita depende de áreas neo-corticales específicas, así como de otras áreas de la corteza que rodean el hipocampo y el propio hipocampo.

Existe una memoria **pre-explícita** caracterizada por su aparición temprana (recién nacidos) y por depender del hipocampo.

El gradual desarrollo de la memoria explícita durante la infancia va unido al desarrollo del hipocampo, las zonas corticales que le rodean, y otras zonas del córtex prefrontal, así como el establecimiento de conexiones entre estas áreas.

Las bases cerebrales de la memoria **implícita** son diferentes de las de la memoria explícita. Un primer tipo de memoria implícita son las **conductas condicionadas**. Poco después del nacimiento los bebés son capaces de adquirir y recordar **respuestas condicionadas**. Los bebés son capaces de aprender y recordar una respuesta a partir del reflejo palpebral. Ráfaga de aire más sonido, presentado repetidas veces es igual a parpadeo del bebé al presentar el sonido solo. Parece claro que la base neural del aprendizaje y memoria condicional de este tipo está en el cerebelo.

La adquisición de conductas condicionadas operantes , como conseguir un sonido agradable de un sonajero, aparece a partir de los tres meses y depende de los **ganglios basales** del cerebelo. La adquisición de éstas conductas no-semánticas, procedimentales, que incluye el andar en bici o escribir a máquina, continua durante la infancia y depende de los ganglios basales y las cortezas frontal y motora.

Existe una clara disociación entre los dos tipos de memoria: explícita (recordar hechos) implícita (recordar destrezas).

Las personas con amnesia tienen lesiones en el hipocampo y son incapaces de adquirir nuevos recuerdos, pero si pueden realizar secuencias motoras.

Las personas con Parkinson, con los ganglios basales afectados, muestran problemas en habilidades motoras pero tienen un buen recuerdo del pasado.



5. A MODO DE CONCLUSION : RELACIONES ENTRE EL DESARROLLO BIOLÓGICO Y EL DESARROLLO PSICOLÓGICO

Los seres humanos somos organismos biológicos que tras la concepción pasamos por un largo período de desarrollo prenatal. Los cambios biológicos continúan durante toda la vida pero son más notables en la infancia, la adolescencia y la vejez.

Los estudios sobre las bases cerebrales del desarrollo psicológico tienen en común la busca de paralelismo entre el nivel psicológico de la conducta y el nivel biológico de la actividad cerebral. Ambos desarrollos son paralelos aunque no se puede reducir el desarrollo psicológico al desarrollo cerebral.

Diversos autores han defendido que el establecimiento de un mapa específico y preciso de regiones cerebrales activas para un determinado proceso cognitivo como las funciones ejecutivas o el control inhibitorio probablemente no sea algo posible. Sí podemos afirmar que estos procesos cognitivos tienen una base neurológica principal en el córtex prefrontal, pero en esta región cerebral parecen residir los componentes computacionales que subyacen a diferentes procesos cognitivos.

La relación entre conducta y cerebro, entre conocimiento psicológico y biológico, actúa en ambas direcciones. (bidireccional)