

MIELINIZACION Y DESPERTAR MENTAL

Por FRANCISCO SECADAS
ELENA IBÁÑEZ

I. MADURACIÓN NERVIOSA

Resulta no ya evidente, sino teutológico decir que el desarrollo mental depende de la maduración del sistema nervioso. En una primera etapa del embrión humano, el sistema nervioso se forma del ectodermo. Un espesamiento de éste constituye la lámina neural que, al invaginarse y plegarse determina la formación del tubo neural, cuyo crecimiento rostral prefigurará el cerebro y el cordón espinal. Al término de la neurulación, el embrión adquiere un eje de simetría y acelera el ritmo de cefalización. La normalidad del proceso entero exige ciertos cambios metabólicos, destacando la formación de altos niveles de proteína en los puntos de más acusada morfogénesis, según gradientes de concentración descendente en el sentido cefalocaudal.

En torno al canal endodermal se van dividiendo las células nerviosas, diferenciándose en dorsales o alares, que serán las aferentes de la sensibilidad, y ventrales o basales, que asumirán la función de transmisión motora, preferentemente. Otras emigran, apenas cerrado el tubo —a los 25 días de la fecundación—, hacia regiones contiguas, dando origen a la cadena ganglionar ortosimpática, rectora del sistema visceral.

El tubo mismo sufre sucesivas transformaciones, desde una

forma trivesicular en la cuarta semana, a la prefiguración de las estructuras cerebrales, a partir de los cuatro meses. En torno a las tres vesículas, que se tornarán ventrículos en el cerebro adulto, van adquiriendo forma identificable el *prosencefalo*, el *mesencefalo* y el *rombencefalo*. El primero seguirá diferenciándose en *diencefalo* *teleencefalo*, hasta la plena evolución de los hemisferios cerebrales. El mesencefalo se convierte en centro reflejo de las estimulaciones visuales y acústicas, así como de las táctiles primarias de dolor, temperatura, picor, cosquilleo y sensaciones erógenas. Del mesencefalo derivan los pedúnculos cerebrales y la lámina cuadrigémina. El rombencefalo se subdividirá en *metencefalo* —cerebelo y puente— y mielencefalo o bulbo.

En torno al surco central se van desarrollando los paquetes de neuronas conductoras de la sensación periférica, y los transmisores de impulsos motóricos. Hay razón para suponer que las células de trayecto más largo son las que se desarrollan primero; lo cual, si llegara a confirmarse debidamente, sería un argumento sólido en favor del sentido caudal-cefálico del desarrollo neuropsicológico. El crecimiento mitótico es, por otra parte, más acelerado en la lámina basal —motora— que en la dorsal —sensorial—, lo que explica que el recién nacido exteriorice su actividad en movimientos espontáneos y erráticos antes que en forma de reflejos senso-motóricos, los cuales requieren un componente aferente previo. Asimismo, las estructuras motóricas ligadas directamente a la actividad muscular maduran antes que las residentes en los centros superiores, cerebrelares o cerebrales...

Apurando la hipótesis, los pares craneales arraigados en la medula se desarrollarían primero que aquellos que afloran en torno al puente y a regiones bulbares superiores. Entre los primeros figuran aquellos que entrañan funciones sensoriales y motoras neurovegetativas, como el *hipgloso* (XII), el *vago* (X), incluyendo los núcleos vitales para la actividad visceral —el ambiguo, el solitario y el dorsal del vago—, el núcleo sensorial del *glosófaringeo* (IX), relacionado con el gusto, y el sensorial

del *trigémino* (V), transmisor de la sensibilidad, temperatura y dolor de cara y cabeza.

En general, los conductores de los sentidos externos: *auditivo* (VIII), *táctil* (V y VII), *visual* (II) y *olfatorio* (I), son más tardíos, entrando en actividad por los componentes viscerales y autónomos que llevan anejos. En lo motórico acaecería algo semejante, manifestándose antes la actividad en el sistema vegetativo que en el voluntario, y más tardíamente aún en los centros relacionados con funciones específicas, como los nervios *oculares* (VI, IV y III).

En los casos de conductores de origen mixto, mielencefálico y metencefálico, la designación común responde a una función acaecida posteriormente en regiones adyacentes, como en los nervios VIII (auditivo y del equilibrio), el VII (visceral y del sentido del gusto, al par que motor de la expresión facial) y al V (sensorial de la cara, y motor de la masticación).

Ya desde la 7.^a semana emigran del puente células alares (dorsales) para formar los núcleos del córtex cerebelar. Al mismo tiempo, se desplazan neuronas del dorso de la medula hacia el puente, para constituir los núcleos basales: núcleos del puente y, acaso también, el complejo olivar.

Los núcleos del mesencéfalo —colículos, n. rojo, n. reticulares— proceden de la lámina alar. Solamente el oculomotor se origina en la basal, y está configurado ya en el tercer mes intrauterino.

Por la porción extrema de la vesícula anterior se expanden el *diencefalo* y el *telencefalo*. La diferencia de ritmo en el crecimiento determina una dilatación desproporcionada de los hemisferios cerebrales, que desbordan las estructuras del tálamo, hipotálamo y cuerpo lenticular y las desplazan en el sentido caudal, envolviéndolas y fundiéndose con ellas en los linderos comunes. El cuerpo caloso, que enlaza ambos hemisferios, empuja también dorso-caudalmente la materia encefálica, comprimiendo las masas del hipocampo y olfatorias hacia el núcleo amigdalóide, y configurando el complejo *sistema límbico*.

Para llegar a los 20.000 millones de neuronas activas en el momento de nacer, el cerebro ha tenido que generarlas a razón de 40.000 por minuto, durante la etapa prenatal. Los surcos y fisuras cerebrales no aparecen claramente hasta después de la décima semana de vida extrauterina. Luego prosigue la diferenciación rápidamente. Al nacer, están presentes todas las circunvoluciones, pero carentes del grado de complejidad que las distingue en el adulto. En el primer año, el ritmo y dirección del crecimiento neuronal pueden variar, dependiendo de factores de naturaleza ambiental no menos que hereditarios.

Al nacer, el cerebro tiene una consistencia gelatinosa, a causa de que para ciertos tractos aferentes, como el sistema somático general, el acústico y el visual, la sustancia blanca subcortical se encuentra todavía sin mielinizar. Como consecuencia, la corteza está pobremente demarcada de la sustancia blanca. A los 2 años, una vez mielinizada la capa subcortical, se apresura el ritmo de normalización. Durante los tres primeros años, el crecimiento de los tejidos obedecerá al aumento de tamaño de las neuronas y de la glia, y al engrosamiento de las fibras por efecto de la mielina.

«En el pasado, afirman Schadé y Ford (1973), muchas fibras periféricas aparecían carentes de esta capa aislante, vistas al microscopio corriente; se llamaron por ello *amielínicas*. La investigación con el microscopio electrónico ha mostrado, sin embargo, que también estas fibras poseen una fina capa de esta sustancia.»

En el proceso de cefalización, la capa miélnica se presenta a distintas alturas y niveles. A partir del primer mes de la fecundación, las células de Schwann que recubren de materia lípida (mielina) los nervios periféricos, asoman como desplazamientos laterales de la cresta neuronal del epéndimo; la lámina de mielina se hace visible a los 4-5 meses en el cordón ependimal; y sólo en el último mes del embarazo (36-40 semanas) comienza la mielinización cerebral.

En líneas generales, el proceso mielinizador no se produce

anárquicamente, sino siguiendo una marcha previsible. El sistema autónomo requiere capas de cobertura muy inferior en grosor para su funcionamiento; de ahí que también su acción sea más difusa y generalizada que la del sistema central. La mielinización de éste se inicia antes del nacimiento en un grupo primordial de estructuras: giro precentral y poscentral, área calcarina y adyacentes, giro uncinado, hipocampo, fórnix anterior y giro temporal transversal. Hacia el término del embarazo, abarca amplias zonas de la corteza. Nacido ya el bebé, comienza el proceso en los lóbulos frontales medio e inferior, en el lóbulo parietal inferior, en el temporal medio y en el fórnix restante.

Las zonas revestidas más tempranamente de mielina tienen que ver con los lóbulos y surcos primeramente demarcados, y se relacionan con el registro y acopio de información sensorial —córtex sensorio-motor, calcarino y acústico— y con las asociaciones subcorticales correspondientes. Las regiones mielinizadas en fase posterior son, por lo común, filogenéticamente más recientes y están implicadas en conexiones intracorticales y de coordinación.

La estratificación cortical parece similar en el recién nacido a la del adulto. En los 3 primeros meses, crece considerablemente el tamaño de las células piramidales de los estratos II y VI, siendo más gradual en las piramidales pequeñas del IV. Paralelamente, se registra un crecimiento fibrilar, y abundante creación de conexiones sinápticas, puesto que mientras la densidad celular decrece en la totalidad del córtex adulto hasta quedar reducido el número de células a la tercera parte que en el nacimiento (Brody), esta merma se ve compensada por un crecimiento de la malla celular que llega a duplicar el volumen de la materia gris.

Entretanto, la sustancia de Nissl (gránulos de RNA) ha ido desapareciendo de la capa celular de la corteza, siendo como era abundante en el clastro materno. A los 3 meses es comparable a la cantidad del adulto. El fenómeno puede encerrar trascendencia evolutiva.

La malla dendrítica del infante apenas es distinguible de la fetal. A los 2 años comienza a aproximarse a la densidad arborescente del adulto. En el nacimiento aparecen las células exentas; a los 2 años han adquirido la trama suficiente, en los niveles V y VI. Cuanto más corticales, menos desarrolladas, y la capacidad sináptica es menor.

La escasez de proteínas y el hipotiroidismo aletargan el desarrollo; de ahí la importancia de una dieta alimenticia sana y de un funcionamiento hormonal equilibrado. La cantidad de proteínas del SNC se dobla desde el período fetal a los 35 años. Hacia los 67 años, hay una ligera degeneración, de un 8 por 100, acaso debida a la mengua de población celular. El total de lípidos es doble en el niño de 2-5 meses extrauterinos que en el de igual tiempo intrauterino; hacia los 4 años se quintuplica y a los 15 años es seis veces más. La mielinización, como es sabido, depende de ambos componentes.

El cerebro de un recién nacido es excepcionalmente grande en relación con el cuerpo, alcanzando alrededor de un 10 por 100 del peso total. En el adulto, representa un 2 por 100, pese a haber crecido de 350 g. a 1.250 g. en la hembra, y a 1.375 gramos en el varón. El mayor crecimiento se produce en el primer año (de 350 a 1.000 g.). Apenas existe aumento celular por reproducción de las neuronas en el hombre y, en general, en los mamíferos. Solamente se aprecia división celular posnatal en las neuronas granulares del hipocampo y del cerebelo. El aumento de peso será efecto del creciente tamaño de las 20.000 millones de neuronas presentes al nacer, y a la MELINIZACIÓN del resto de las fibras, aparte el incremento debido a la proliferación vascular en el parénquima.

Resumiendo, el crecimiento del tejido nervioso continúa en el período posnatal, especialmente en los 3 primeros años, en forma de aumento de volumen neuronal, de entramado de neuroglia y de recubrimiento de mielina. El cerebro de la niña parece crecer más aceleradamente en los 3 primeros años, pero luego se adelanta el del niño. A los 10 años, el perímetro craneal, re-

flejo del volumen del cerebro, alcanza la cifra de 52 cm., aproximadamente la misma que en el adulto. A esa edad, ya se habría desarrollado la capacidad cerebral en aquello que depende del volumen de desarrollo. Ningún animal ostenta un crecimiento tan notable y acelerado del cerebro en el período posnatal como el hombre. A este último fenómeno vamos a dedicar las páginas restantes de este trabajo, dada la singular importancia del proceso mielinizador para el desarrollo psicofisiológico y mental.

II. LA MIELINIZACIÓN DEL SISTEMA NERVIOSO

Parece primordial para un seguimiento de la maduración en los primeros meses de vida, un conocimiento aproximado del proceso de mielinización. La capa de mielina aísla las fibras de sus vecinas y sirve para acelerar el ritmo de conducción y el potencial de acción. Si el aislamiento de la corriente constituye un factor determinante del proceso evolutivo en los primeros años, se hace indispensable, un estudio por zonas de este proceso para lograr algún tipo de comprensión de la marcha del comportamiento¹.

Con objeto de seguir la pista a la mielinización a compás del crecimiento fisiológico, hemos aplicado la técnica del análisis dimensional a la información reunida por la profesora Elena Ibáñez, licenciada en Medicina, en torno a las fases de recubrimiento de los conductos nerviosos y de los centros encefálicos, según los datos suministrados por la experimentación, todavía escasa en este terreno².

¹ Por descontado, que tratar el problema de la maduración neuronal sólo desde el punto de vista de la mielinización les parecerá inactual a los neurofisiólogos, y sin duda lo es omitir aspectos como los neurohormonales y bioeléctricos y trabajos como los de Fesard y Dreyfus. Nuestra limitada visión convierte el intento en un ensayo parcial, pero esperamos que útil.

² Los autores agradecen al Prof. Dr. Silverio Palafox las correcciones sugeridas por una atenta lectura del texto, y las valiosas orientaciones apuntadas, de todo orden.

Los resultados, sin rebasar los términos de provisionalidad impuestos por las circunstancias y por las limitaciones del método, conducen a establecer determinadas etapas tentativas. El promedio cronológico de estas determinaciones sugiere un orden aproximado de los procesos de mielinización, que dispone los grupos de actividad nerviosa de más antiguo a más reciente, en la forma expuesta en la tabla I.

TABLA I

ORDEN APROXIMADO DEL PROCESO DE MIELINIZACION DE LOS GRUPOS HOMOGENEOS DE ACTIVIDAD NEURONAL

1. Actividad motórica refleja.
2. Función visual.
3. Función auditiva refleja.
4. Actividad sensorial cutánea.
5. Función olfatoria.
6. Control actividad motora subcortical.
7. Sensibilidad cinestésica y coordinación propioceptiva.
8. Control viso-auditivo.
9. Corteza motora extrapiramidal.
10. Proceso de interiorización.
11. Coordinación postural y del equilibrio.
12. Retención auditiva y asociación temporal.
13. Mielinización cortical superior.

Estas fases pueden describirse en términos de dimensiones, por orden aproximadamente cronológico, como sigue :

1. *Actividad motórica refleja*

Se han comprobado en el feto reacciones reflejas, diferentes según la época de enclaustramiento. Las más primitivas muestras se descubren muy temprano y tienen, por lo común, ca-

rácter nocitensivo, de reacción frente a estímulos sensoriales de temperatura y dolor. También son relativamente tempranas las referidas a la función oral, y pueden reflejar otro tipo de relación primaria del animal con el medio. En el segundo mes de vida embrional se produce ya un reflejo aversivo en el embrión humano, que retira la cabeza por contracción de los músculos del cuello al serle aplicado un estímulo molesto al labio superior.

La capacidad de manifestación refleja depende del establecimiento de conexiones entre los receptores y los efectores activos. En los períodos tempranos y en reacciones infracorticales, esta capacidad parece depender de la formación de sustancias de Nissl en la célula nerviosa. A medida que se hacen complejos los movimientos, entrarían en juego centros más específicos y mecanismos de creciente colateralización, mientras descende la densidad de sustancia de Nissl en la corteza.

Se produce en el primer trimestre, y puede considerarse el fenómeno más característico de esta edad, una actividad espontánea, efecto del funcionamiento no inhibido del sistema piramidal, gradualmente sustituida por modalidades simples de reacción refleja. Se mielinizan las columnas medulares anteriores, que son la vía final motora, y con ella el bulbo, la protuberancia y los segmentos medulares como estaciones de paso de las vías motoras. El crecimiento aventajado de la lámina basal conduce a estos efectos. Dado que el desarrollo funcional de las vías viscerales y autónomas requiere menor grado de mielinización, los reflejos orgánicos son los primeros en manifestarse, como los de estornudo, succión, hociqueo, etc. El sistema piramidal actuaría en distinto grado en la evitación de estímulos nocivos aplicados a las extremidades y en otros reflejos primarios como los de enderezamiento, del paso y de la marcha, así como de prensión reactiva, etc.

Según esto, y en parte como continuación de fenómenos en curso al nacer, la máxima actividad de mielinización parece

afectar, en el primer trimestre de vida, a las vías motoras piramidales, en general, y a sus estaciones de paso.

2. *Función visual*

El niño comienza desde pronto a ejercitar la vista, si bien su coordinación con el movimiento y con el resto de los sentidos se va adquiriendo lentamente, como especifica la dimensión siguiente. Los cuerpos geniculados laterales, conmutadores de los impulsos aferentes hacia el córtex están dispuestos para una visión receptiva y estática, con acusada dilatación pupilar, signo éste parasimpático. La constricción ocular apenas insinuada, denota escaso dominio del iris y, por tanto, una imperfecta mediación de los colículos superiores y del pretecto, no menos que del sistema simpático y del reticular. Los neurólogos, por otra parte, no encuentran conexión directa entre los cuerpos geniculados y el pulvinar, núcleo talámico importante por su participación en el laboratorio cortical de las sensaciones visuales y en la coordinación de las mismas con las de las áreas viscerales, somáticas y acústicas.

La mielinización va activando sucesivamente los tractos y núcleos trasmisores de la visión: el nervio óptico, comienzo de la vía visual y de las sensaciones específicas de este sentido, el tracto óptico o cintillas que transmiten las sensaciones visuales, el quiasma óptico o punto de semicruce de los nervios, los cuerpos geniculados laterales, estación de la vía óptica donde se filtran los impulsos conductores de la información hasta el área calcarina del lóbulo occipital.

El nene, ya en el primer mes de vida, mira momentáneamente el sonajero colocado frente a su línea de visión; contempla indefinidamente el contorno, estando en posición supina, con expresión vaga y distante; fija sus ojos en una luz amortiguada y los posa en el rostro de la madre... En el segundo mes, lo hará con mirada más directa y definida, respondiendo a los desplazamientos del objeto o de la persona, y reaccionan-

do a su presencia. En torno al cuarto trimestre, es decir, al término del primer año, se registrarán comportamientos relacionados con esta elaboración última de las sensaciones visuales, en forma de una primera construcción perceptiva, probablemente relacionada con fenómenos de empalme y continuidad de las impresiones ópticas, como en el juego del «cu-cu», en el seguimiento y caída de objetos, etc., donde se redondean las sensaciones visuales en su extensión espacio-temporal.

3. *Función auditiva refleja*

Todavía en el tercer trimestre parecen mielinizarse las fibras transmisoras de los impulsos auditivos y, rudimentariamente, los vestibulares, así como sus conexiones en el bulbo y la protuberancia, zona poblada de núcleos craneales, conductores de las funciones sensitivas y motoras.

Reacciona al sonido de la campanilla, antes del mes, al mismo tiempo que cesa o disminuye su actividad; luego, se tranquiliza al hablarle, emite sonidos guturales y vocales (un mes); manifiesta placer por ciertos sonidos y disgusto ante otros. Desde el tercer trimestre se intensifica la coordinación visual de la actividad.

Es importante esta función refleja por la que el niño responde con movimientos de localización a los estímulos acústicos procedentes del medio: vuelve la cabeza como buscando el origen del sonido, responde al arrullo (2 meses), orienta la cabeza hacia quien le habla, y vocaliza en respuesta a la voz materna (3 meses); sigue con la vista el sonajero (4 meses).

Resulta sintomático que la localización refleja de tales impulsos se acompase progresivamente a la coordinación visual de la actividad motórica, hasta más allá del primer año.

4. *Actividad sensorial cutánea*

Los corpúsculos de Ruffini, receptivos del *calor*, y los de Krause, sensibles al *frío*, envían sus impulsos, asociados a la

sensación de *dolor*, a través del tracto espino-talámico lateral, integrado por fibras largas escasamente mielinizadas, y del tracto de Lissauer, al núcleo ventral postero-lateral del tálamo y, parcialmente, al centro medial y al intralaminar, de donde continúan al giro postcentral del córtex, donde se proyectan invertidas, de arriba abajo; piernas, tronco, brazos, cabeza...

Para el dolor queda abierta una segunda vía colateral, que del tracto espino-talámico, se desvía por la formación reticular para penetrar en los núcleos intralaminares del tálamo, camino de la capa cortical. El núcleo ventral postero-lateral transmite también el dolor visceral.

Hacen de receptores del *tacto* los discos de Merkel, los corpúsculos de Meissner y los de Pacini, cuyos impulsos se transmiten por distintos fascículos, según se trate del *tacto superficial* —tracto espinoso-talámico anterior— o del más *profundo*, incluyendo la *estereognosis*, que circula por la columna dorsal (grácil y cuneado) y por el lemnisco medio, al núcleo ventral postero-lateral, igualmente, camino del córtex postcentral. Colateralmente se crea un circuito espino-tectal, que alcanza a los colículos superiores, centro de empalme de las sensaciones visuales.

En torno al lóbulo parietal y al córtex postcentral, zonas consideradas como somatoestéticas, se reúne un conjunto de funciones sensoriales cuyo factor común tiene que ver con la *propiocepción*.

Los haces sensoriales que transmiten estimulaciones de presión, frío, calor y otras viscerales o subcutáneas confusas (protopáticas), entran pronto en acción. Generalmente, las viscerales requieren menos espesor de la capa aislante; de ahí que funcionen desde temprano las actividades vegetativas de vago (X) y las parasimpático-aférentes del trigémimo (V) y del facial (VII). Las vías medulares largas comienzan pronto a forrarse. La sensibilidad al dolor, temperatura y tacto superficial difuso

de cara y cuerpo se han desarrollado adecuadamente para el tercer trimestre.

Más tardía y lentamente va definiendo contornos la sensibilidad de las superficies cutáneas, de discriminación más fina y mejor localizada (epicrítica). En la región diencefálica, actúa de intermediario principal el núcleo ventral posterior del tálamo, estación terminal de todas las vías sensoriales, menos el olfato y la vista, y transformador de los impulsos en sensaciones protopáticas y epicríticas, en conexión recíproca con el córtex. En el núcleo ventral posterior del adulto se distinguen dos funciones diferenciadas, posiblemente afectadas de distinto ritmo de maduración:

1. El ventral postero-lateral, mediador del tacto, de la temperatura, del dolor y de la sensibilidad profunda.

2. El núcleo ventral postero-medial, centro sensorial de la cabeza y transmisor específico de la sensación del gusto hacia el giro postcentral del córtex, en estrecha sinergia con el núcleo solitario y con el sistema reticular.

En la interiorización y coordinación del movimiento cooperan el sistema extrapiramidal, el núcleo rojo y el cerebelo. El dorsomedial del tálamo ampliará la sensibilidad a niveles de más alta integración, con el trigémimo, el olfatorio y las áreas corticales de coordinación senso-motórica (8.^a), para lo cual habrá de transcurrir tiempo suficiente.

5. *Función olfatoria*

Las células olfatorias, como las ópticas, son realmente órganos corticales asomados al exterior. Los primeros tramos del circuito carecen de cobertura mielínica.

En torno al tercer trimestre, acusa un notorio ritmo de mielinización el conjunto del órgano del olfato, que conduce los impulsos al bulbo olfatorio, por donde alcanzan, como sensaciones, el lóbulo temporal, principal laboratorio de la función rinencefálica. El núcleo dorsal del tálamo mediador diencefá-

lico tinte de tono emocional la impresión olfatoria, una vez traspasada la zona de estimulación indiferenciada.

Pese a la escasa atención que los experimentalistas del desarrollo infantil le dedican, sin duda por la evanescencia de las reacciones que lo caracterizan, puede admitirse que el olfato alcanza algún grado de funcionalidad en el segundo semestre, al menos, toda vez que, al año cumplido el niño «le gusta oler perfumes».

Como queda apuntado al comienzo de este trabajo, ya antes del nacimiento se acelera el proceso de recubrimiento mielínico en zonas relacionadas con la sensación olfatoria y con el sistema olfato-límbico, como el giro postcentral, centro de la sensación, el giro uncinado, el hipocampo, el fórnix anterior y el giro temporal transversal; pero queda incompleto a falta de eslabones importantes —fórnix posterior, centros diencefálicos— tanto de la estricta sensación como del circuito emocional (Papez).

La sensación olfatoria se refina a compás y por efecto de otras funciones sensoriales como el gusto y de sistemas de acción más genérica, como el sistema autónomo y la formación reticular. Se integra con la propiocepción visceral —a través del núcleo intercalado y del fascículo dorsal longitudinal del vago— y con el enmarañado sistema límbico, cuya relación con la afectividad y con otras formas de sensibilidad se describe más adelante.

6. *Actividad motórica subcortical*

Esta zona de mielinización afecta al cuerpo estriado, que comprende el núcleo lenticular —globo pálido y putamen— y el n. caudado; a la cápsula blanca interna, que divide el cuerpo estriado en do, caudado y lenticular, separando a este último del tálamo; al núcleo rojo, modulador del sistema motor, y al tracto rubroespinal, originado en el mismo; al córtex precentral o área motora de la corteza; y al lóbulo frontal, que

relaciona y planifica los movimientos. Quedarían implicados, igualmente, el núcleo ventral anterior del tálamo, mediador de los mensajes del globo pálido a la corteza extrapiramidal (áreas 6 y 8), y el ventral lateral, que conecta el cerebelo y el núcleo rojo con el córtex motor piramidal y el extrapiramidal (áreas 4 y 6).

El resultado es una coordinación progresiva de movimientos desde el segundo y tercer trimestre, con alguna tosquedad todavía, que se modula y afina en la locomoción y en la postura, en el segundo y tercer año, y comunica agilidad y lisura grácil entre los cuatro y los seis.

A los 4 meses, en efecto, atrapa los objetos que toca, intenta sentarse sin pendulación de la cabeza, y se mantiene sentado con ligero apoyo, se agarra los pies estando tumbado, se incorpora. A los 5 meses, atrapa objetos colocados sobre la mesa, en un movimiento de rastrilleo, se pasa un objeto de mano a mano, rueda de la posición supina a la prona, intenta alcanzar un juguete, lo golpea con otro, se mantiene sentado...

A los 6 coge pequeños objetos con participación del pulgar. A los 7 recoge un objeto que se le cae, lo busca si se le oculta, se sienta solo. De 8 meses se mantiene un minuto en pie, aunque inseguro; sostiene el biberón, come una galleta él solo, hace ademán de marcha, sostenido por las axilas; articula sílabas, camina en «taca-taca».

En el cuarto trimestre sacude la campanilla y se la lleva a la boca, se pone de pie, apoyándose; saca una bolita de la taza (9 meses); abre una caja, bebe de un vaso, con ayuda; se pone de pie él solo; anda de la mano de la mamá, agarra la campanilla por el mango, se lleva la cuchara a la boca, explora los objetos...

A partir de entonces, y por largo tiempo en lo sucesivo, prosigue la coordinación de los movimientos y de las órdenes corticales hacia las áreas de ejecución. El desarrollo del núcleo ventral anterior del tálamo y del intermedio repercute en for-

ma apreciable sobre el haz córtico-espinal, conductor de la actividad motora piramidal, asumiéndola en una planificación controlada de los movimientos.

La coordinación cortical del movimiento, superpuesta a la corriente piramidal y a las modulaciones ya introducidas por el sistema extrapiramidal contribuye a orientar y hacer inteligente la acción motriz.

7. *Sensibilidad cinestésica y coordinación propioceptiva*

Se registra en el cuarto trimestre una mayor actividad mielinizadora en el haz espino-talámico, y en el espino-cerebeloso, vías de información protopática y cinestésica, de probable repercusión sobre los núcleos ventrales del tálamo. Los conductos capino-talámicos y trigeminales acarrean la información a las áreas sensoriales (1.^a, 2.^a y 3.^a) del lóbulo postcentral, a través del núcleo ventral posterolateral (cuerpo) y ventral postero-medial (cara). Los mensajes procedentes del cerebelo, núcleo rojo y globo pálido alcanzan al lóbulo precentral, modulando los impulsos de las áreas motóricas piramidales (4,6) y extrapiramidales (6,8), a través del ventral anterior y del ventral lateral.

A juzgar por el conjunto de indicios, se trataría de una nueva expansión de la mielinización en dirección a zonas de interconexión talámico-cerebelar. Una nueva coordinación e integración de movimientos entraría en juego desde la terminación del primer año, manteniéndose activa a partir de entonces.

Así, al filo del primer año cumplido, disfruta con el juego de gestos y muecas, señala con el dedo lo que desea, imita acciones sencillas, arroja la pelota a quien se la pide, traza garabatos, da un rodeo para evitar un obstáculo. Sube la escalera y más tarde la baja, construye una torre con varios cubitos, lleva abrazada una muñeca, se acuclilla en el juego, se sienta de culo, utiliza un objeto para acercar otro, trepa a una silla, coopera

en el vestirse, llena y vacía de arena un cubo, abre y cierra cajas y cajones, da de comer a la muñeca y la acuesta, corre sin caerse, despelleja un plátano...

8. *Control viso-auditivo*

Cumplido el año de vida extrauterina, la corriente sensorial se integra en plexos de sensación combinada. El sentido interno integra diversas sensaciones, en un proceso de interiorización perceptiva, precursora del pensamiento.

Entran en el juego, además del nervio auditivo conductor de la sensación acústica, y los cuerpos geniculados internos, central de empalme de la vía auditiva, los cuerpos geniculados externos, estación deflectora de las vías ópticas y el pulvinar situado en la parte caudal del tálamo, como mediador de su tránsito a las áreas secundarias auditivas (lóbulo parietal inferior) y visuales (18 y 19) del córtex, llamado por ello «áreas gnósicas». Se sobreañade la conexión establecida por el tracto tacto-cerebelar portador de impulsos del sistema auditivo y del óptico, conjuntamente, desde los colículos respectivos al cerebelo, modulando la proyección de ambos sistemas sobre el área audiovisual.

9. *Actividad motora extrapiramidal*

En realidad el conjunto de conexiones neuronales agrupados en la presente dimensión, arraiga en centros subcorticales ya desarrollados, en torno al subtálamo, al globo pálido, al putamen, e implicando los núcleos ventral anterior y ventral lateral del tálamo, en probable función retroinformativa del sistema motor (feed-back), aboca al córtex precentral, área motora de la corteza, y al lóbulo frontal, centro planificador de los movimientos, para terminar comprometiéndolo la acción general de ambos hemisferios.

La mielinización progresiva, a partir del primer año de

edad, mantiene al cerebro en constante actividad de coordinación, a lo largo del crecimiento.

10. *Proceso de interiorización*

En este grupo coherente de procesos de mielinización se recoge prácticamente la totalidad del llamado lóbulo o sistema límbico, relacionado, según opinión fundada, con la conducta emocional.

Se extiende en torno al giro del hipocampo, comprendiendo el fórnix o sustancia blanca que enlaza los cuerpos mamilares y la habénula con el complejo hipocampal; el cíngulo o lóbulo acostado sobre el cuerpo caloso, en ambos hemisferios, frente a la fisura longitudinal; el cuerpo caloso mismo; la ínsula o lóbulo hundido en las profundidades de la fisura de Silvio; los haces de fibras asociativas largas que unen ambos hemisferios; así como estas áreas hemisféricas cerebrales que hacen de punto terminal de las conexiones límbicas con el resto de la actividad cortical. Incluyendo el núcleo anterior del tálamo se completa el «circuito de Papez»: hipocampo al cuerpo mamilar por el fórnix; del mamilar, al núcleo anterior del tálamo, de ahí al giro del cíngulo y vuelta al hipocampo. Este circuito y el sistema límbico, en general, es particularmente importante en relación con el mundo afectivo y con los procesos de elaboración del sentimiento, de la emoción y de la motivación de la conducta.

Aparece esta actividad afectiva a partir del primer año de vida, y se incrementa en los inmediatamente próximos. Los primeros signos observables de afectividad son equívocos. Al mes, se angustia al hablarle, responde con una sonrisa a la presencia de familiares, reacciona a la voz humana. A los dos cumplidos, atrae a la madre hacia sí como reclamando su presencia, corresponde con balbuceos a las miradas y carantoñas. Se anima a la vista del pecho o del biberón, responde al arrullo.

A los 3 meses, ríe a carcajadas, respira fuertemente a la

contemplación de un objeto que le agrada, se excita a la vista del alimento. A los 4, exige atención personal, emite chillidos y risotadas de alegría, exterioriza su impaciencia, «habla» a sus juguetes, hace gorgoritos en presencia de papás y hermanitos, distingue los rostros familiares de los extraños y puede mostrarse retraído ante éstos; aunque raramente miedoso todavía, distingue y acusa la expresión de un rostro risueño o enojado, se enfada al ser privado de un juguete.

A los 6-7, reconoce las voces familiares y disfruta de la compañía, manifiesta gusto o disgusto ante extraños, llora si le dejan solo. A los 8 responde a gestos significativos y a ciertas palabras familiares. A los 9 intenta acariciar su imagen en el espejo, dice «adiós» con la manita y sonríe.

A los 10 se relaciona con gestos y hechos concretos, haciendo lo que le piden. De 11 a 12 meses, repite actos que han hecho reír, imita gestos y palabras bisílabas («pa-pá», «ma-má»), escucha la música...

Cumplido el año, charla solo y gesticula, señala con el dedo algún deseo, ofrece juguetes a la madre o a otra persona, se enoja si no le dejan hacer las cosas a su aire, dice «no» para rechazar y «sí» cuando le place. Lleva abrazada una muñeca o un animalito de trapo, imita a la mamá cuando barre, pide de beber y de comer, juega «con» otros niños, le atrae el color rojo, la música, aparece la risa, tiene miedo a los ruidos causados por aparatos mecánicos, se entusiasma ante un vestido nuevo, siente celos de la atención prestada a otros, le gustan los caramelos, oler perfumes...

A los 2 años dialoga consigo mismo, repite expresiones de los mayores, es sensible a la recompensa, le gusta la música y los colores, despieza los juguetes, elige los colores porque le gustan; en ocasiones se muestra necesitado de cariño y temeroso de perderlo. Si su madre le dice «no te quiero» le produce pesar, acaricia las páginas de un libro cuando se le pasan las hojas, siente desencanto en los fracasos y desatenciones, a veces hace lo contrario de lo que se le manda: se le dice «coge

esto» y lo tira, tan pronto no quiere una cosa como la arrebatada de la mano si se le niega...

A los 3 años le gustan los cuentos, pregunta y se deja llevar de la imaginación, habla con compañeros imaginarios, dota de vida a los seres inanimados, muestra un fuerte deseo de agradar, le gustan los juegos escenificados imitación del adulto; demuestra, en ocasiones, simpatía, gratitud y otros sentimientos, expresa sentimientos valorativos, «bueno, malo...».

A los 4 goza escuchando fábulas y cuentos, siente miedo de la oscuridad y de algunos animales, se muestra agresivo en los juegos, le encantan la rivalidad, se irrita con facilidad, aparecen los celos por el amor de la madre, entabla las primeras amistades.

Según nuestros datos, la mielinización límbica concluiría, al menos en apariencia, al término del segundo año, lo cual supondría un declive de la preponderancia emocional, con probable oclusión de la sensibilidad afectiva —en torno al segundo año—, coincidente, tal vez, con el período de refractariedad y negativismo registrado por esa época. Posiblemente, retrasarían su plena maduración ciertas zonas, como el complejo amigdalóide, decisivo para la vida asociada, la memoria y el aprendizaje, la agresión y defensa, etc.

Evolutivamente el sistema olfato-límbico es de los más trascendentes, tanto filogenética como ontogenéticamente. El córtex límbico es el más antiguo y el que mayor analogía guarda con los rudimentos cerebrales de reptiles, anfibios y peces. Su porción más reciente, el neocórtex, sólo se observa en mamíferos.

En el desarrollo mental infantil guarda idéntica importancia y un desarrollo paralelo. El torpor emocional del primer mes, cede paso a un despertar olfato-límbico, primero difuso, para irse diferenciando a compás del desarrollo sensorial, durante el primero y segundo año. La rama olfatoria va asociada al conocimiento diacrítico de la realidad, en conexión con otros sentidos y con los sistemas nutritivo y de alarma (reticular).

El tronco afectivo supera las sensaciones de placer y castigo para hacerse sensible a la emoción, a la motivación y al sentimiento consciente.

Uno con otro se mantienen en acción sinérgica, sobre la actividad común del sistema reticular, la sensibilidad estimativa («me lo estaba oliendo» [!]), la asociación y recuerdo de experiencias (amígdala y formación del hipocampo), el aprendizaje y multitud de vivencias residenciadas definitivamente en torno al córtex temporal, al prefrontal y al giro del cíngulo.

El conjunto de este despertar conduce a una presencia consciente y viva en el mundo en torno opuesto al letargo ausente y a la apatía del recién nacido, así como de los estados de regresión patológica (síndrome Klüver-Buce, estados comiciales, demencia senil...).

Este conjunto de consideraciones evoca una última sugerencia, en relación con el fenómeno de troquelado o «imprintng». Sabido es que el animal se aficiona «instintivamente» a su madre, y la sigue. Pero si en el período crítico de efectividad de este «instinto» la madre es suplantada por otro animal apropiado, se aficionará al sucedáneo y no a la madre. La pata Martina se aficionó con Lorenz y no con la oca madre. Incluso sexualmente puede producirse la desviación.

El período crítico es importante. La sustitución no ocurre antes ni después, lo cual sugiere que existe un período de tiempo indicado. Algunos autores lo localizan desde que entra en juego el «instinto» (v. g., echar a andar, en el patito) hasta que el animal empieza a temer.

En el niño, el temor a personas extrañas aparece poco antes del medio año; justo hasta entonces, se ha mostrado más bien pasivo o afectivamente receptivo. Querría ello decir que entre los 2 y los 4 meses, probablemente, se extiende el período óptimo de impregnación afectivo-social. Este sello de simpatía operaría cuando probablemente se hallan en pleno despliegue las áreas corticales de la alimentación, del placer, de la domesticidad, a

medio camino entre la pasividad letárgica y la sensibilidad emocional.

11. *Coordinación postural y de equilibrio*

Este nuevo aglutinante agrupa las actividades de los hemisferios cerebelosos, implicando al núcleo medio-dorsal, estación de asociación intratalámica, con proyección al lóbulo frontal, y asimismo al núcleo ventral lateral que relaciona el tálamo con el núcleo rojo, y al ventral anterior, donde afluye el globo pálido, constituyendo, ambos, un sistema de control del movimiento (áreas 4, 6 y 8), con probable conexión con el sistema difuso.

Aunque esta demarcación de la mielinización no aparece tan clara, no obstante, la participación en ella de los núcleos ventrales directamente relacionados con el cerebelo para el control de los movimientos, y con el núcleo rojo, igualmente complicado en la actividad cerebelosa, parece lógico concluir que ambos núcleos talámicos participen en la coordinación del equilibrio y de la postura, máxime teniendo en cuenta su proyección sobre las áreas piramidales y extrapiramidales.

En efecto, el cerebelo juega un papel esencial en la sincronización y mantenimiento del tono muscular en el movimiento y en el equilibrio. Suaviza y acompasa los mecanismos reflejos a los conscientes, e integra los receptores de la sensibilidad cinestésica, por lo que se denomina «ganglio superior de la propiocepción». Sin hacerse consciente, él mismo organiza los movimientos de destrezas, sometiéndolas como esquemas instrumentales de acción a disposición del entendimiento.

Los reflejos vestibulares, por ejemplo, conectan con el vermis, región del paleocerebelo, mediante el núcleo del fastigio, contribuyendo a la elaboración propioceptiva del reflejo, y con el núcleo flóculo-nodal, más antiguo todavía filogenéticamente, donde se regula el tono muscular y el equilibrio, a un nivel inconsciente. La incidencia de los colículos auditivos y visuales y su proyección cortical tras la incursión en el cerebelo, cierran

el circuito de reflejos, al nivel perceptivo y de integración somática.

Por otra parte, el circuito cerrado entre los núcleos: olivardentado del cerebelo-rojo-olivar, se abre desde la oliva al córtex del cerebelo, con rodeo al dentado; desde ésta y desde el núcleo rojo al ventral lateral del tálamo y al córtex cerebral; y desde la oliva al globo pálido y al núcleo caudado, subordinando los circuitos vestibulares y los rubro-olivares al sistema extrapiramidal, por virtud de la acción ganglionar jerárquica del cerebelo.

Parece justo suponer que los grados de supeditación se van soldando con el tiempo. Así lo sugieren la perfección gradual de las habilidades, cuyo logro cimero estamos comentando.

Esta dimensión coordinadora del movimiento se intensifica en torno a los 3 años y continúa en creciente actividad durante los inmediatos.

12. *Memoria auditiva y asociación temporal*

El lóbulo temporal comprende el *alocórtex*, asociado al sistema olfatólimbico, como se vio en la dimensión 1.^a; y el *neocórtex*, comprometido en la elaboración de la experiencia a alto nivel particularmente en tres órdenes de actividad:

Las áreas 41 y 42 del giro transversal de Heschl, al ser estimuladas evocan diversos sonidos y ruidos identificados: timbres, silbidos... Son áreas primarias de la audición.

La 22 es asociativa y se extiende en contigüidad con las anteriores. Su lesión dificulta la interpretación de los sonidos. Se oye, pero no se interpreta (sordera verbal). Al hablar se cometen errores sin caer en la cuenta.

La parte posterior del lóbulo temporal desempeña una función integradora de las impresiones auditivas, visuales y somestésicas. Su lesión, en el lado dominante incapacita para entender el lenguaje hablado, escrito y simbólico (agnosia y afasia visual y acústica).

El polo anterior recibe el nombre de córtex psíquico. Integra la conducta emocional en un sistema coherente con las estructuras frontal y límbica y con la audio-visual y perceptiva general. Al ser estimulado evoca objetos conocidos, melodías aprendidas, alucinaciones, una conversación oída, alguna situación del pasado, etc., a veces con sensación de angustia, y siempre con referencia personal.

La integración de la experiencia y su depósito en retazos identificables supone por delante cierta actividad mental. Las estructuras de esta zona implican el lóbulo temporal y un gran número de fibras asociativas cortas que ponen en unión diversas partes lobulares entre sí y con el córtex posttemporal, reservorio de las experiencias y depósito de la memoria. Aunque la mielinización de estos territorios neuronales se inicia en el primer año, es interesante la vigorización de esta actividad en torno al cuarto año de vida, cuando se movilizan la expresión hablada y la evocación de las experiencias perceptivas en forma de procesos imaginativos y fantásticos.

13. *Integración cortical*

A partir del cuarto trimestre de vida, y sin interrupción hasta los 6 años, se produce una mielinización creciente de los hemisferios cerebrales, que se refleja en mayor peso cerebral y por un acusado índice de teleencefalización. Las circunvoluciones cerebrales, laboratorio y botica de los productos inteligentes de la mente humana, el córtex prefrontal, relacionado con los procesos cognitivos y con la elaboración de las ideas, el córtex pretemporal, implicado en la memoria de los sentidos, y las fibras asociativas largas cuya misión principal es la unión de las zonas interhemisféricas, son exponente del desarrollo último de la integración mental. Al alcanzar las fibras al córtex, éste entra en funcionamiento como miembro coordinador del comportamiento. Se puede hablar ya de personalidad psicológica.

III. SECTORES DE MIELINIZACIÓN

El orden estimado de mielinización nos da un anticipo de las posibilidades fisiológicas de desarrollo mental. En realidad se observa una cierta congruencia en la ordenación registrada. En otro estudio separado, acerca de los reflejos, se advertirá una primera repercusión de este hecho. Habremos de contar con estos resultados, por provisionales que sean, para la explicación evolutiva del comportamiento desde los albores de la vida.

Importa ahora traducir estas manifestaciones segmentales, de pequeñas áreas de mielinización, en sectores de alguna significación psicológica, al menos insinuada. El propio análisis dimensional nos facilita este encuadramiento por sectores. Se entrevé, como consecuencia de su aplicación, cinco grandes territorios de mielinización de mayor significación psicológica, cuyo comentario haremos seguidamente, en términos de las parcelas anteriormente descritas.

1. *Actividad refleja*

Atañe a los primeros meses de vida e interesa inicialmente la actividad del bulbo y de la protuberancia. Se centra principalmente este tipo de conducta en las actividades descritas en las dimensiones 1 y 3, a saber, *actividad motórica refleja* y *función auditivo-refleja*. Esta última parece, más bien, de carácter circular, fundamentalmente visoauditivo, puesto que supone desarrollada, hasta cierta medida, la función visual, descrita como dimensión segunda. Según esto, el sector, en su conjunto, incluiría tanto la actividad refleja elemental como la de segundo orden.

En las formas circulares del reflejo palpitan tres dinamis-mos básicos de la actividad consciente. La reacción visual a un estímulo auditivo, como cuando el niño de tres meses vuelve la

vista hacia donde suena el sonajero, envuelve realmente un triple sector de vivencias:

Sensoriales, que implican ver y oír.

Motóricas, por las que reacciona torciendo el cuello, dirigiendo la vista, enfocando el objeto, etc.

Cinestésicas, en virtud de las cuales se hace cargo de los movimientos que realiza, a través de la sensación interior, propioceptiva, y que le permiten controlar el movimiento y ajustar en un momento posterior la reacción psicomotriz.

2. *Actividad sensorial*

El primero de los tres procesos dinámicos recién apuntados discurre según una secuencia temporal aproximada, y se canaliza a través de variables —funciones— que sin perder cierta ganga de contaminación motórica y de interiorización cinestésica denotan un carácter más marcadamente organoléptico, como son: la *función visual* (2), la *actividad senso-perceptiva* (4), la *función olfatoria* (5), los *procesos de internalización* (10) y el *control visoauditivo* (8).

3. *Control motórico*

El segundo proceso de maduración circula por la vertiente motórica, distanciándose del puro reflejo errático e incontrolado medular (1), en el sentido de un mayor control, y de la proporción y adecuación del movimiento a propósitos inmediatos. Los caminos trazados por la mielinización sugieren una marcha del proceso en línea con las variables de *función auditivo-visual* (3), *actividad motora subcortical* (6) y *extrapiramidal* (9); los últimos, entreverados a distancias imperceptibles en el tiempo, y cargados con acentuadas dosis de sensación y de control cinestésico.

4. *Internalización senso-motórica*

Tratándose de una dimensión objetiva como proceso, su interpretación puede resultar ambigua, toda vez que, por un lado, implica la transformación de funciones elementales en otras más complejas, tanto de naturaleza sensorial como motórica, y por otra parte, hace referencia inevitable a la aparición de la conciencia y a la coordinación progresiva de los datos de experiencia.

Revela un efecto de elaboración e internalización, donde el mundo sensorial apenas queda, al principio, deslindado del motorico, en una amalgama de puras interferencias y de influjos vagos, localizables en zonas probablemente próximas a la sensación cinestésica y visceral. En las elaboraciones circulares de segundo orden reflejo alcanza una cierta concreción que, lentamente, va clasificándose a través de actos reiterativos, y de reacciones selectivas, con visos de disfrute consciente de la función.

Según avanza el curso adquisitivo de estructuras senso-perceptivas y de habilidades mioarticulares, el proceso de internalización se incorpora a niveles de elaboración progresivamente más refinados, trascendiendo la pura reacción cinestésica para convertirse, verosímilmente, en hábitos implícitos de reacción, alusivos a situaciones menos concretas y directas. La alusión a distancia las convertiría paulatinamente en plataformas mediacionales de significación, primero en el campo de la percepción (teoría cinestésica de la percepción), y luego de la inteligencia (teorías motrices de la inteligencia), interpretación subvocálica de la significación, inteligencia práctica y manipulativa, etc.

5. *Coordinación cortical*

En líneas generales, el orden temporal en que se desenvuelven las formas de actividad refleja, sensorial, de coordinación

psicomotriz y cinestésica sería el mismo en que quedan expuestos. Esta secuencia es claramente distinguible en el primer año, y se va enturbiando conforme se aproxima a estados de maduración miélnica, en el segundo y tercero de existencia.

Entre los extremos avanzados del desarrollo sensorial y motorio, a medio camino entre ambos procesos, se sitúa el último sector de mielinización, correspondiente a la actividad cortical generalizada. Ocupa, como era de presumir, el lugar de un factor común a los más avanzados, con la particularidad de enfrentarse con signo opuesto, al primero de todos, el de actividad refleja bulbar. Adquiere pleno sentido que el desarrollo mental se aleje de los puros reflejos según progresa la mielinización cortical. La mielinización convertiría el campo cortical en una zona facilitadora de la asimilación de los elementos de información a través del órgano sensorial, y en una plataforma de coordinación de las respuestas, merced al progresivo control de la motricidad.

IV. RESUMEN GRÁFICO

La proyección gráfica de los últimos resultados del análisis dimensional dan pie a una hipótesis interpretativa del curso del proceso de mielinización, que expondré, para mayor brevedad, en un comentario ceñido a la figura 1.

1. *Reacción refleja*

La conducta refleja figura en el comienzo de la pauta evolutiva de la mielinización. Las regiones primeramente mielinizadas tienen carácter reflejo elemental, contrapuesto a la conducta integrada, que se manifiesta en el extremo polarmente contrario del esquema. El crecimiento, en lo que depende de la mielinización evoluciona de las formas reflejas a las integradas y conscientes.

2. *Actividad sensorial*

A lo largo de todo el primer año se acentúa la diferencia entre las funciones sensoriales y las motrices. Las primeras evolucionan en el sentido de un mayor incremento de la representación sensorial y de su organización perceptiva, hasta lograr, al final del primer año, un grado de alteridad frente al objeto, suficiente para reclamar la función semántica del lenguaje.

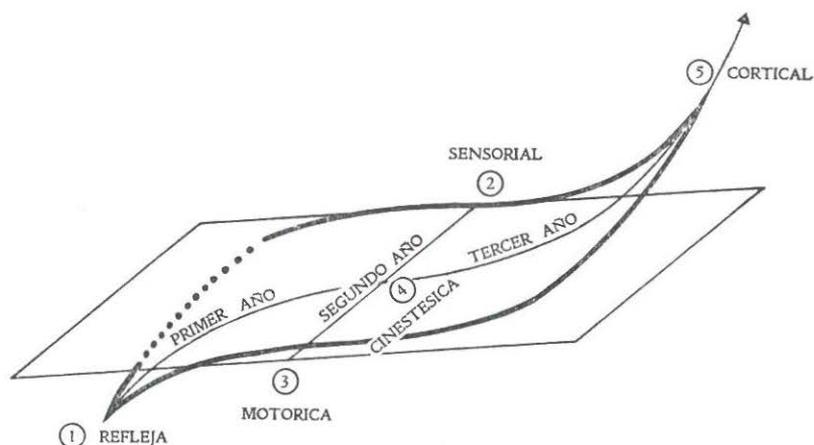


FIGURA 1. Hipótesis evolutiva derivada del curso de la mielinización. (Interpretada en el texto.)

3. *Actividad motórica*

La actividad motórica se desenvuelve en dependencia de la reacción refleja y de la acción inhibitoria de la información y de mecanismos de retroinformación, emanados de la acción misma. La coordinación motórica subsume la acción efectora última en cuadros cada vez más complejos de modulación.

4. *Interiorización cinestésica*

En torno al segundo año de vida, se acentúa la interiorización cinestésica reforzada por la práctica reiterativa de actos hasta lograr rudimentos de habilidad, y ello no sólo en movimientos corporales de desplazamiento, o en juegos con toda suerte de objetos manejables, sino también en el gesto, en la práctica solitaria del lenguaje y de otras formas articuladas de expresión. La figura sugiere la gran importancia de la práctica cinestésica para la fragua de habilidades y destrezas producto de la acción sinérgica de la sensación y de la motricidad.

5. *Coordinación cortical*

Antípoda de la incoordinación refleja sería la conducta integrada por virtud del influjo regulador de la corteza cerebral. La madurez completa coincide, según nuestros datos, con la coordinación de movimientos en una conducta integrada e inicialmente inteligente, a partir del tercer año. Por la época en que concluye el proceso mielinizador, y cuando el niño gusta de corretear, saltar, agarrar y mostrar su agilidad en una exhibición de vivacidad y destreza escurridizas, pone de manifiesto una visible intención de orientar sus miembros en unidad de intención con el pensamiento, todavía inestable y movedizo, imita y escenifica roles adultos en el juego, y se entretiene en introducir elementos simbólicos en la adaptación al medio físico y personal.