

Ontogenia de la autoconciencia. Cómo se construye el cerebro cognitivo

J.A. Muñoz-Yunta^a, M. Palau-Baduell^b

THE ONTOGENY OF SELF-AWARENESS. HOW THE COGNITIVE BRAIN IS CONSTRUCTED

Summary. Introduction. We understand the term ontogenesis to mean the process that begins from the moment the ovule is fertilised up to the second year of postnatal life, which is a process that plays a key role in the organisation of the central nervous system. Development. In this paper we describe the stages of micromaturation (glial cell proliferation, neuronal migration, synaptogenesis, selective apoptosis and general myelination) and the theories of neuronal plasticity are also explained. Conclusions. The best known ontogenic process is the acquisition of motor maturity, while other areas such as the social and cognitive dimensions are less well known, and this would explain how autistic spectrum disorders remain undetected in the early stages. The somatogram is a valuable tool in the process of maturing that constitutes the foundation for understanding how the cognitive brain is constructed. [REV NEUROL 2004; 38 (Supl 1): S3-8]

Key words. Autistic spectrum disorders. Cognition. Maturing. Neuronal plasticity. Ontogeny. Somatogram.

INTRODUCCIÓN

Todos los seres vivos, como el protozoo, el gusano, el calamar, la sardina, el gorrión, la oveja, la vaca, el chimpancé, y el ser humano, necesitan de un proceso ontogénico para alcanzar su fenotipo. El merito de esta transferencia morfológica específica corresponde a los genes, que dan las órdenes oportunas para la transcripción y traducción en términos de proteínas moleculares, las cuales se agrupan en módulos cada vez mas mayores: células, tejidos, órganos y su estructura reguladora centralizada y eficiente, que en los vertebrados superiores constituye el sistema neuromioendocrino y cuya función se exterioriza como conducta [1].

El neuroblasto 'sabe' la dirección que debe tomar para alcanzar el lugar preciso, el que le corresponde para formar parte, con otros elementos celulares, de un determinado núcleo y constituir así un grupo funcional predeterminado. Este paradigma preconcebido, que en neurobiología se denomina 'maduración' [2], será fundamental para la ontogénesis progresiva del sistema nervioso central (SNC), hasta alcanzar el grado máximo de integración o autoconciencia.

En la blástula ya hay una ordenada distribución temporoespacial, que contiene una representación de su espacio interior y exterior y que, a través de las sucesivas transformaciones morfogenéticas en el embrión, el feto, el recién nacido y el niño mayor, constituirá la gran obra de la ontogénesis del SNC.

La maduración, para Lamote de Grignon [2], sería: 'un nómeno, con información necesaria para que cada organismo alcance el fenotipo adecuado a su especie, que se manifiesta por un fenómeno natural de crecimiento molecular ordenado, exclusivo de los seres vivos, con la finalidad de obtener un máximo nivel de integración en su hábitat específico'. Se ha sugerido que la evolución es a la filogenia, como la maduración es a la ontogenia, en cuanto a su dependencia cronológica, pero no a su

morfología. En ambos casos se recurre a la información, que dará lugar, por un lado, a la sucesiva aparición de especies en un período de 4.000 millones de años, y por otro, a que un ovocito y un espermatozoide se conviertan en poco tiempo en un vertebrado superior. En el transcurso de esta evolución aparecerá un fenómeno emergente, peculiar y característico de los primates superiores, la autoconciencia.

La maduración, para algunos autores, sería como una especie de recapitulación, en pequeña escala, de la evolución.

DESARROLLO

La ontogénesis o maduración transcurre por dos vertientes, la molar y la molecular (Fig. 1), y es apoyada por la teoría de la *neuronal connectivity* de Jacobson [3]; para él, algunas neuronas se hallarían intensamente especificadas y todas sus conexiones estarían determinadas, pero habría otras incompletas o parcialmente especificadas con conexiones relativamente indeterminadas. Es evidente que las propiedades plásticas adaptativas en los tipos de sinapsis se hallan indeterminadas.

Las leyes generales de la maduración siguen los siguientes principios:

1. La importancia de la plasticidad de la función nerviosa durante la ontogenia.
2. No hay contracción muscular sin la llegada de los impulsos nerviosos y la actividad tonicomotora aparece antes que la actividad sensitivosensorial. Los primeros movimientos que se producen en el feto humano, espontáneos o reflejos, tienen lugar en el territorio bucal, sobre las seis semanas después de la fecundación, con una longitud del embrión de 20 mm. Los receptores somestésicos y sensoriales maduran en momentos posteriores.
3. El tejido nervioso inmaduro se caracteriza, por su rarefacción neuronal, por una lentificación de la transmisión y una plasticidad de factores mixtos genéticos y epigenéticos.

El comportamiento metabólico de la glucosa se ha estudiado, mediante tomografía por emisión de positrones (PET) [4], en UCLA, aplicando la técnica en diferentes edades del desarrollo. En los niños de cinco semanas, la máxima utilización de la glucosa se observa en la corteza cerebral sensoriomotora, en el tálamo, en el cerebelo medio y en el vermis cerebeloso, que co-

Recibido: 26.01.04. Aceptado: 13.02.04.

^a Unidad de Neuropediatría. Servicio de Pediatría. Hospital del Mar. ^b Centro de Neuropsicobiología. Barcelona, España.

Correspondencia: Dr. J.A. Muñoz Yunta. Unidad de Neuropediatría. Servicio de Pediatría. Hospital del Mar. Pg. Marítim, 25-29. E-08003 Barcelona. E-mail: 10030amy@comb.es

© 2004, REVISTA DE NEUROLOGÍA

responden a estructuras que controlan actividades reflejas, esencialmente subcorticales, y a la presencia de actividad sensitiva sensorial. A los tres meses se observa ya una gran actividad en la corteza cerebral, parietal, temporal, occipital y en los ganglios basales, y la desaparición de los reflejos subcorticales. A partir de los siete meses, coincidiendo con el desarrollo cognitivo, se pone de manifiesto un aumento del consumo de glucosa en las áreas corticales y de asociación. Aparece en los niños la ansiedad en presencia de desconocidos y presentan ya mecanismos de reconocimientos empáticos fundamentales para desarrollar la comunicación y el lenguaje. A la vez, se objetiva un aumento de las ramificaciones neuronales y la perfusión sanguínea se incrementa en las zonas señaladas.

En la vertiente molecular, es decir, la micromaduración, las redes neurogliales, vías y centros, así como interconexiones neuroendocrinas, se establecerían dentro de los principios de la teoría de la *neuronal connectivity* (Fig. 2). La micromaduración recorre, según Herschkowitz [5], tres estadios: proliferación, migración y diferenciación. Norton [6] clasifica la micromaduración en los siguientes apartados: proliferación y migración neural, proliferación glial, crecimiento dendrítico y sinaptogénesis, muerte neuronal, mielinización y crecimiento general; estos procesos no se producen uno detrás de otro, sino que pueden simultanearse y solaparse cronológicamente.

Dos normas se descubren en la micromaduración ontogénica del sistema nervioso: unas redes se hallarían bajo el código genético, bien especificadas y sinápticamente determinadas, contribuyendo a la forma principal de programación de los patrones de conducta arcaicos y congénitos. Y otras redes neuronales, menos específicas y parcialmente determinadas, servirían de sustrato a la conducta epigenética y, debido a esta plasticidad neuronal, sensible a los estímulos procedentes del ambiente propicio, se organizaría así el aprendizaje. Esta autoconstrucción gracias al condicionamiento operante haría posible la máxima integración madurativa hasta alcanzar la autoconciencia.

Descripción de la sistematización de la conducta, niveles de conducta e ítems madurativos

En la figura 3 se expone la sistematización de la conducta, en donde el sistema neuromioendocrino (SNME) se encuentra dentro del medio interno, motor conductual del individuo; éste, a su vez, se encuentra sumergido en un medio externo, del que le separa una cubierta cutáneo-mucosa. El tímpano y la retina serían también telerreceptores. Todos los estímulos que parten de estas estructuras configurarían el somatograma, unidad física primaria que singulariza a todo ser vivo.

Este organismo o sistema recibe y selecciona los cambios de energía interna y externa mediante analizadores adecuados

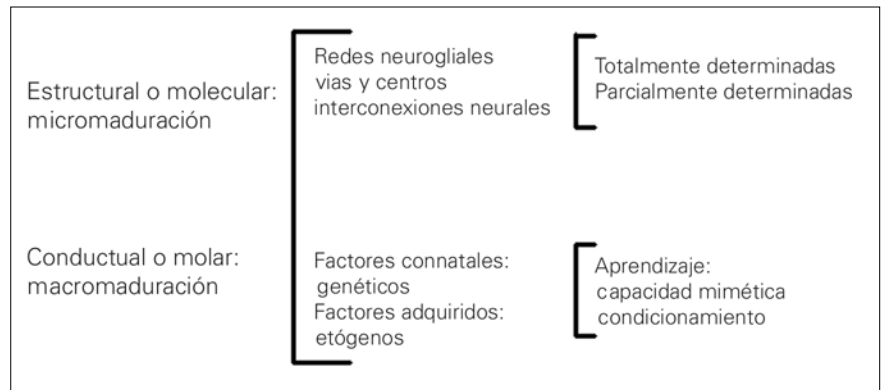


Figura 1. Conducta molar y molecular.



Figura 2. Teoría de la *neuronal connectivity* de Jacobson. Las neuronas grandes y de axón corto, totalmente determinadas, serían las responsables de las conductas arcaicas. La red neuronal formada por neuronas más pequeñas y de axón largo, parcialmente determinada, sustentaría la base de la plasticidad neuronal (dibujo Dr. J.A. Muñoz Yunta, del vídeo *La habilición precoz*).

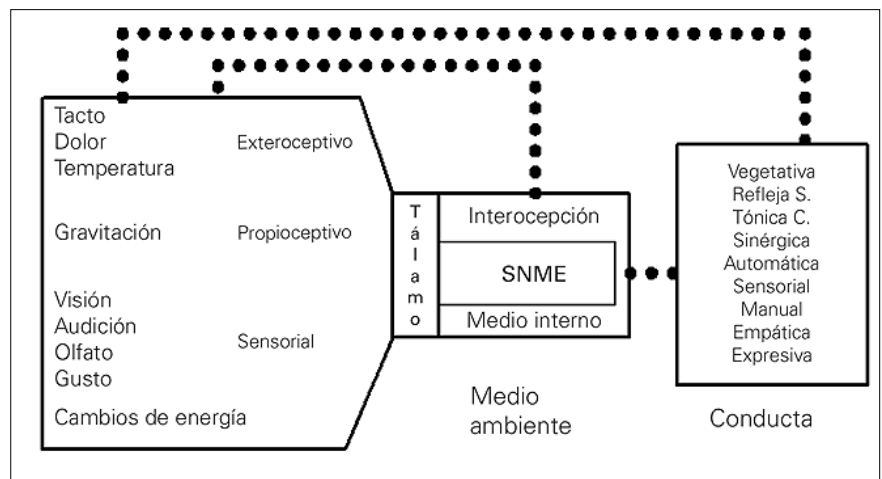


Figura 3. Sistematización de la conducta (modificado de [1]).

(telerreceptores), haciendo llegar a sus centros específicos señales que se procesarían y darían lugar a salidas que se objetivan en forma de conductas.

Los estímulos penetran en la 'caja negra', o SNME, a través de canales de información, es decir, sistema nervioso periférico



Figura 4. Conducta reactiva. Reflejo tonicoflexor manual bilateral.



Figura 5. Presión oculomanual normal en un niño de cuatro meses.

aferencial, sensibilidad exteroceptiva (tacto, dolor y temperatura), sensibilidad propioceptiva (postura, movimiento, equilibrio), sensibilidad cocleovestibular (audición, postura, movimiento, equilibrio, aceleración y desaceleración), en donde una primera estación de análisis, el tálamo, organizará y enviará los estímulos a través de circuitos talamocorticales a áreas del córtex, produciéndose así conductas tonicomotoras, vegetativas, reflejas, sensomanuales, empáticas, expresivas y comunicativas. Estas conductas son retroalimentadas por condicionamiento operante, lo que origina el aprendizaje.

Existen tres niveles de conducta en el proceso de la ontogénesis cerebral, básicas para la construcción de la cognición cerebral, al igual que los cimientos son básicos para la construcción de una casa:



Figura 6. Estereotipia oculomanual patológica en un lactante mayor.

- *Nivel reactivo:* es la paleoconducta, la propiedad esencial del ser vivo, la excitabilidad, la conducta más primitiva del comportamiento, una conducta simple que se sustenta en estructuras troncomedulares; a este tipo de conducta pertenecen los reflejos, las sinergias y los automatismos (Fig. 4).
- *Nivel propositivo:* se localiza en estructuras rinencéfalo-hipotálamo-talamocorticales, que dan lugar a un comportamiento mucho más complejo que utiliza patrones sensoriomotores capaces de mejorar con el aprendizaje. Su estructura funcional será el somatograma, base del aprendizaje, que informa al organismo de sus relaciones físicas temporoespaciales con el mundo que lo rodea.

La actividad opticomanual es un ejemplo de conducta más expresivo, un ítem madurativo fundamental y signo de alarma cuando éste es patológico (estereotipia de presión oculomanual), en los trastornos generalizados del desarrollo y en especial en el trastorno autista, lo que sirve de sospecha del diagnóstico precoz antes de los 12 meses de vida posnatal (Figs. 5 y 6).

El somatograma, también llamado ‘esquema corporal’ se define como la maduración de la actividad superior del SNC, de tipo autoconsciente, que permite una correcta interpretación de las señales sensitivosensoriales, capaces de informar de una correcta situación en el espacio. Su filogenia se inicia cuando el ADN permitió la aparición de los seres vivos protozoarios, la formación de la membrana, verdadero protosomatograma capaz de aislar a un ser unicelular, diferenciarlo de su ambiente y dotarlo a la vez de un instrumento sensoriomotor.

El somatograma existe en todos los seres vivos y, para demostrarlo, se pueden efectuar experimentos como el de la rana: se le realiza un pequeño autotrasplante de piel de la región dorsal a la zona ventral; al provocar entonces un estímulo en la región dorsal trasplantada, el animal se rasca en la zona ventral. Si se utiliza una lagartija, al extirpar e implantar las extremidades anteriores –la izquierda en la derecha y viceversa– y provocarle un estímulo trófico en el lado derecho, responde alejándose de él, hacia el lado izquierdo, siendo un estímulo muy apetecible.

El concepto de somatograma fue descrito por primera vez por André-Thomas y Julián de Ajuriaguerra [7] en *L'axe corporel* (1948). Consiste en la información que, a través de los canales sensitivosensoriales, recibimos sin interrupción (incluso durante el sueño) de nuestra posición en el espacio y la actividad de cada movimiento en relación con el eje cefalocaudal. El recién nacido sufre una confusión total entre el

mundo interior y exterior; la primera coordinación entre ambos se esboza madurativamente antes del cuarto mes, y alcanza su maduración completa al noveno mes. Entre los seis y nueve meses es capaz, en condiciones normales, de separar el espacio que lo rodea de su propio cuerpo, diferenciando perfectamente su mano del objeto aprendido, fase fundamental madurativa. A partir de los 12 meses, la unidad corporal se construye a expensas de la representación visual.

El lenguaje se construirá mediante su programa genético al interaccionar con los primeros sonidos recibidos del medio ambiente y modularse mediante el condicionamiento operante; de ahí la importancia de que estén libres los canales auditivos en los primeros meses de vida del pequeño. Su proyección constructiva se realizará cronológicamente, siguiendo de forma rigurosa los niveles de conducta madurados, es decir, reactivo, propositivo y comunicativo, mediante la mímica, el gesto y las fonías.

Entre los 4 y 5 años de edad se construye la lateralización, facultad independiente de la organización del lenguaje. Para Lamote de Grignon [2], la organización del somatograma es precoz y se inicia en el polo cefálico, en la zona peribucal, lo que da lugar a la persecución, prensión y succión del pezón o chupete al menor contacto con la mejilla (Fig. 7). Los estímulos nociceptivos, de fricción del tronco, provocan la respuesta de inclinación hacia el estímulo (reflejo de Carbonell-Juanico [8]) (Fig. 8). La estimulación nociceptiva en las extremidades inferiores provoca respuestas adecuadas para evitarlos, mientras que las extremidades superiores maduran mucho más tarde. En el recién nacido y el lactante menor de tres meses, en condiciones normales, el movimiento de aproximación braquiofacial solamente se circunscribe al reflejo nutritivo. Después de los tres o cuatro meses, el lactante es capaz de quitarse un paño negro de la cara. Mediante condicionamiento adecuado, el recién nacido aprende reactivamente a sacar la lengua.

A los 30 o 60 días, lactantes con un fuerte estímulo pruriginoso en la espalda son capaces de vencer el tónico flexor manual reactivo o puño cerrado, abrir la mano y rascarse de una forma reactiva la zona afectada. Durante los primeros meses, la observación de niños ectromiéllicos por el grupo de investigación de Lamote de Grignon en la Casa Provincial de Maternidad de Barcelona, objetivó los ensayos-errores, haciendo rectificar su extremidad braquial defectuosa hasta relegar la parte del miembro afectado a un nivel manipulativo secundario, lo que llevaría a pensar en una estructuración centrífuga del somatograma. En la formación del somatograma intervienen las vías de la sensibilidad propioceptiva, vestibular y dolorosa, el tálamo y, finalmente, las estructuras funcionales talamocorticales y corticotalámicas. Una forma de explorar neurofisiológicamente, por nuestro grupo, consiste en utilizar los potenciales evocados somestésicos, prueba complementaria capaz de detectar alteraciones integromadurativas, como ocurre en los trastornos generalizados del desarrollo y, en especial, en el trastorno del espectro autista.

La desintegración del somatograma, clínicamente, es muy difícil de observar y pasa casi inadvertida para el no especialista en neurología evolutiva. Hay una manera de detectarlo y sería la practica de los potenciales evocados somestésicos. Posteriormente a la desintegración del somatograma desaparecerían las praxias, las gnosias y el lenguaje, estableciéndose lo que denominamos 'síndrome regresivo', con



Figura 7. Reflejo de succión. Nivel reactivo en un recién nacido.



Figura 8. Reflejo de Carbonell-Juanico. Estimulo nociceptivo con respuesta de inclinación del tronco en el lado izquierdo del recién nacido.

sus dos modalidades: forma criptogénica y forma secundaria o demencia de Heller.

- *Nivel comunicativo:* finalmente, en la construcción normal del niño, se establecería un nivel de conducta comunicativo a través de la empatía y la actividad expresiva, principalmente fónica (segundo sistema de señales de Pavlov); el niño es capaz de informar a su medio no solamente de lo que siente y quiere, sino de lo que piensa, empleando circuitos corticales de proyección y asociación frontoorbitales en conexión, a su vez, con las áreas perisilvianas. Es decir, se ac-

tivan los circuitos neurofuncionales subcorticocorticales, talamocorticales, corticotálamicos y corticocorticales (áreas de asociación y comunicación empática).

Instauración del proceso autoconsciente (secuencias madurativas, vigilancia, empatía y conciencia)

El pionero en el estudio de la empatía es Paul D. Mac Lean [9], quien trabaja en la sección de integración límbica y conducta en el Laboratorio de Neurofisiología del Instituto Nacional de Salud Mental de Bethesda, Maryland, EE.UU. La empatía se define, en términos generales [10], como la facultad de proyectar la personalidad de uno sobre el sujeto que se contempla, con deseo de comprensión. La empatía constituye la base de los cimientos para la construcción definitiva del cerebro social. El lactante necesita que se establezca un período crítico receptivo en la maduración cerebral. Se puede tener una buena memoria visual, pero una empatía nula, como ocurre en los reptiles y en algunos trastornos generalizados del desarrollo. La empatía se organiza, en la base del cerebro visceral, siguiendo la directrices de Mac Lean y como base fundamental de las descripciones de los circuitos de Papez en 1937 (circuito cerrado, que une el hipocampo, a través de los cuerpos mamilares hipotalámicos y el tálamo anterior, con la corteza de la circunvolución del cuerpo calloso). Para Papez, el hipocampo sería el lugar donde se organizan los programas de expresión emocional; los cuerpos mamilares serían los responsables de la expresión de las emociones, y la corteza de la circunvolución del cuerpo calloso constituiría el área receptora de la experiencia emocional, al igual que la corteza estriada es el área receptora visual.

El centro del cerebro visceral sería el hipocampo, al que Mac Lean añadió la amígdala, donde existe la posibilidad de correlacionar las sensaciones no sólo olfatorias, gustativas y viscerales, sino también las auditivas, somestésicas, visuales y quizás sexuales. En la actualidad se debaten tres vías que penetran en el rinencéfalo a través del hipotálamo. La primera, a través de la amígdala, regula las emociones y sentimientos y se encarga de la supervivencia individual; en realidad, se trataría de una conducta no consciente, egoísta, proveedora de defensa y agresión. La segunda vía, ascendente hacia el septo, sustenta a los sentimientos y expresiones concernientes a la sociabilidad y al altruismo y, por tanto, a la perseveración de la especie. La tercera vía, también ascendente y que no existe en el cerebro de reptiles, llega al lóbulo límbico a través del núcleo anterior del tálamo; este avance evolutivo de los mamíferos, a través de un cambio en la dominancia olfatoria y óptica como rectora del comportamiento, ha beneficiado la evolución de los primates supe-

riores. Esto ha permitido el conocimiento de nuestro propio mundo interno privado, haciendo al individuo único y aportando las bases necesarias para la autoidentificación. La porción caudal de la corteza límbica posee conexiones directas con las vías ópticas, de gran valor en los mecanismos de interocepción o *insight*; a través de ellas, la corteza occipital mira hacia dentro, siguiendo una trayectoria regulada por el septo hacia el hipotálamo y sin intervención del neocórtex. Estos acontecimientos empáticos que pasan por estas vías son capaces de identificar caras y constituyen la base de la comunicación no verbal.

Respecto a las secuencias madurativas de vigilancia y conciencia, la primera acontece siempre a la segunda, ya que la vigilancia necesita de los sistemas de alarma, alerta y orientación. El lactante de nueve a diez meses puede investigar en una campanilla: al entregársela sonando, la invierte, toca el badajo y vuelve a manipularla para que toque el badajo, o bien es capaz de buscar un objeto, previamente mostrado y visto desaparecer debajo de un tapete, y lo descubre para recuperarlo. En este acto ha necesitado una previa maduración completa del somatograma. Esta investigación no ha requerido de la función cognitiva, que se establecerá un año después.

La conciencia no se concibe como un proceso brusco que irrumpe súbitamente en el proceso del desarrollo, sino que es un mecanismo lento que necesita un previo estado de vigilancia, el cual se expande a través del sistema reticular. Ambos fenómenos –vigilancia y conciencia– serían tramos en el mismo camino, producto del incremento del flujo de información que permite al individuo, en el proceso madurativo, sentir y saber quién es, qué está haciendo y cuál es el mundo que lo rodea. La conducta observada será el resultado de las señales percibidas, elaboradas por circuitos que regulan la autopercepción, cimientos de la génesis de la estructura cognitiva, pero la organización de los circuitos gnósticos, que permiten la reflexión abstracta, es hoy todavía un gran tema de debate entre los investigadores. Uno de los elementos clave, el hipocampo, contribuye de forma más importante y obvia a los procesos cognitivos, como la memoria espacial a corto plazo, y muy poco en los procesos emocionales [11-13].

Un elemento decisivo y obligatorio para la construcción del proceso madurativo cognitivo es el paso del somatograma a la somatognopsia, y de aquí a la autoconciencia o egognopsia, lo que algunos neurofilósofos considerarían el tránsito del individuo a la persona, o ‘segundo nacimiento’. Su proceso madurativo normal proporciona al individuo la perfecta construcción de tres áreas funcionales del cerebro como son la comunicación y el lenguaje, la sociabilización y la imaginación, y su fracaso conlleva los trastornos generalizados del desarrollo.

BIBLIOGRAFÍA

1. Lamote de Grignon C. Neurología evolutiva. Barcelona: Salvat; 1980.
2. Lamote de Grignon C. Antropología evolutiva. Barcelona: Faes-Farma; 2003.
3. Jacobson M. Development of specific neuronal connections. *Science* 1969; 63: 543.
4. Salgado A. Maduración cerebral y conducta. Barcelona: La Vanguardia; 28.09.1986.
5. Herschkowitz N, Rossi E. Critical periods in brain development. Lipids, malnutrition and the developing brain. Amsterdam: Ciba Found. Symposium. Assoc. Scient. Publ.; 1972. p. 108-19.
6. Norton W. Statement of the problem. Purpura and Perkins eraser. Methodological approaches to the study of brain maturation and its abnormalities. Baltimore: University Park Press; 1974. p. 43-6.
7. André-Thomas, Ajuriaguerra J. L'axe corporel. Paris: Masson; 1948.
8. Carbonell-Juanico M, Pérez del Pulgar MJ. Contribución al estudio de los reflejos del recién nacido y del prematuro. Complejo reflejo por fricción digital vertebral. *Rev Esp Pediatr* 1955; 62: 317-22.
9. Mac Lean PD. Sensory and perceptive factors in emotional functions of the triune brain. In Grenell RG, Gabay S, eds. Biological foundations of psychiatry. New York: Raven Press; 1976.
10. Dictionary Illustrated (The Oxford Universal). London: The Caxton Publishing Co.; 1967.
11. O'Keefe J, Nadal L. The hippocampus as a cognitive map. Oxford: Clarendon Press; 1978.
12. LeDoux JE. Emotion and the brain. *J NIH Res* 1991; 3: 49-51.
13. LeDoux JE. Emotion and the limbic system concept. *Concepts Neurosci* 1991; 2: 169-99.

**ONTOGENIA DE LA AUTOCONCIENCIA.
CÓMO SE CONSTRUYE EL CEREBRO COGNITIVO**

Resumen. Introducción. Se entiende por ontogénesis el proceso que se inicia desde la fecundación del óvulo hasta el segundo año de vida posnatal; este proceso resulta clave para la organización del sistema nervioso central. Desarrollo. Se describen los estadios de la micromaduración (proliferación glial, migración neuronal, sinaptogénesis, apoptosis selectiva y mielinización general) y se exponen las teorías de la plasticidad neuronal. Conclusiones. El proceso ontogénico más conocido es la adquisición madurativa motora, y otras áreas como la social y la cognitiva son menos conocidas, lo que explicaría que los trastornos del espectro autista pasen desapercibidos en los primeros períodos. El valor del somatograma en el proceso madurativo constituye la base para entender la construcción del cerebro cognitivo. [REV NEUROL 2004; 38 (Supl 1): S3-8]
Palabras clave. Cognición. Maduración. Ontogenia. Plasticidad neuronal. Somatograma. Trastornos del espectro autista.

**ONTOGENIA DA AUTOCONSCIÊNCIA.
COMO SE CONSTRÓI O CÉREBRO COGNITIVO**

Resumo. Introdução. Entende-se por ontogénesis o processos que se inicia desde a fecundação do óvulo até ao segundo ano de vida pós-natal; este é um processo chave para a organização do sistema nervoso central. Desenvolvimento. Descrevem-se os estádios da micromaturação (proliferação glial, migração neuronal, sinaptogénesis, apoptose selectiva e mielinização geral) e expõem-se as teorias da plasticidade neuronal. Conclusões. O processo ontogénico mais conhecido é a aquisição madurativa motora, e outras áreas, como a social e a cognitiva são menos conhecidas, o que explica porque as perturbações do espectro autista passam despercebidas nos primeiros períodos. O valor do somatograma no processo madurativo constitui a base para entender a construção do cérebro cognitivo. [REV NEUROL 2004; 38 (Supl 1): S3-8]
Palavras chave. Cognição. Maturação. Ontogenia. Perturbações do espectro autista. Plasticidade neuronal. Somatograma.