

Sistema límbico. Consideraciones anatomofuncionales

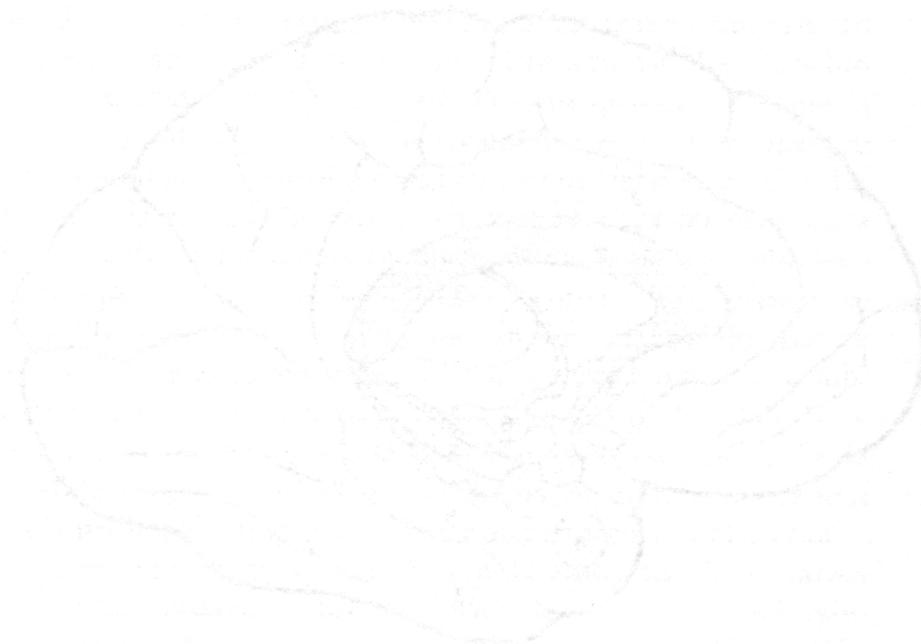
Jorge Cruz B., M.D.*

El concepto de sistema límbico (SL) como el responsable de ciertos estados anímicos y sus respectivos comportamientos, se viene utilizando desde 1937 en que Papez¹ reunió la información existente hasta el momento sobre un conjunto de estructuras y sus relaciones mutuas, situadas en la cara medial y basal de los hemisferios cerebrales, a los cuales, él propuso como hipótesis, los responsables del comportamiento emocional y de comportamientos primitivos tales como la defensa y conservación del individuo y de la especie. En la década del cincuenta, McLean^{2,3} retoma de nuevo el concepto de SL (rinencéfalo) y lo actualiza de acuerdo con nuevos hallazgos estructurales y electrofisiológicos y con aportes del campo clínico.

Hoy día el concepto de SL está muy lejos de aquellas primeras observaciones de Broca⁴ cuando se refirió topográficamente sobre lo que él llamó el lóbulo límbico. El continuo estudio en animales experimentales y los aportes de la clínica han desbordado ampliamente los límites morfológicos y funcionales y el llamado SL se ha convertido en un sistema muy complejo que aún no se conoce a cabalidad y que día a día, mediante la investigación, revela nuevos aspectos en su estructura, en su función y las conexiones neuronales, o en los aspectos bioquímicos en cuanto al papel de los neurotransmisores utilizados en sus circuitos neuronales.

Las funciones en que intervienen las estructuras del SL son: las emociones y la memoria a corto plazo.

Las emociones en sus tres modalidades más importantes, los estados de ánimo, los sentimientos y los afectos⁵ son los que matizan el fondo endotímico de las sensaciones de procedencia interna o externa del individuo y se traducen en un comportamiento; por consiguiente, desde el punto de vista anatomofisiológico las estructuras que vamos a mencionar, con respecto a las emociones son aquellas que posibilitan las reacciones viscerales y motoras somáticas de carácter emoti-



vo. La memoria a corto plazo, es decir, la de duración temporal y que es fundamental en los procesos del aprendizaje, tiene una representación en algunas estructuras del SL⁶, pero hay que entender que al igual que las emociones, el SL no es el centro de la memoria a corto plazo, sino un elemento importante y decisivo en el proceso de la formación de los engramas mnésicos.

Anatomía del SL. Hoy día el concepto anatómico del SL es muy amplio, ya que debido a numerosos estudios se ha comprobado que además de las estructuras tradicionales que describían Broca, Papez y McLean^{1,2,4}, se debe agregar otras áreas cerebrales sin las cuales el SL no tendría una explicación lógica. Para una mejor comprensión podemos clasificar estas estructuras en relación con la corteza cerebral en: a) estructuras corticales y b) estructuras subcorticales^{7,8}.

Las estructuras corticales (Figura 1) están conformadas por:

1. **Áreas prefrontales** (áreas 9-12, 46). Se encuentran en el lóbulo frontal en su polo anterior y se relacionan anatómicamente y funcionalmente con el resto de la corteza cerebral de los dos hemisferios, a través de fascículos de asociación; además, tiene conexiones con estructuras subcorticales tales como el tálamo, el hipotálamo, el parahipocampo, etc.

Funcionalmente las áreas prefrontales están relacionadas con el control superior de la expresión del comportamiento. Su lesión produce cambios del comportamiento en la personalidad e inteligencia. En 1936 Moniz, citado por Curtis y col⁹, produce severos cambios en pacientes con dolores intratables, al producir separación de las áreas prefrontales por medio de lobotomía. Estos pacientes, mostraban un comportamiento pasivo, tranquilo e indiferente. Las áreas prefrontales, sin lugar a duda, intervienen en procesos tales como: motivación, esfera intelectual, juicio, razonamiento abstracto y control emocional⁶.

2. **Giro cíngulo.** Se encuentra sobre el cuerpo calloso y se relaciona con las áreas prefrontales, con el parahipocampo y con estructuras subcorticales tales como el tálamo¹⁰. La

* Profesor Asociado, Departamento de Morfología, Facultad de Salud, Universidad del Valle, Cali, Colombia.

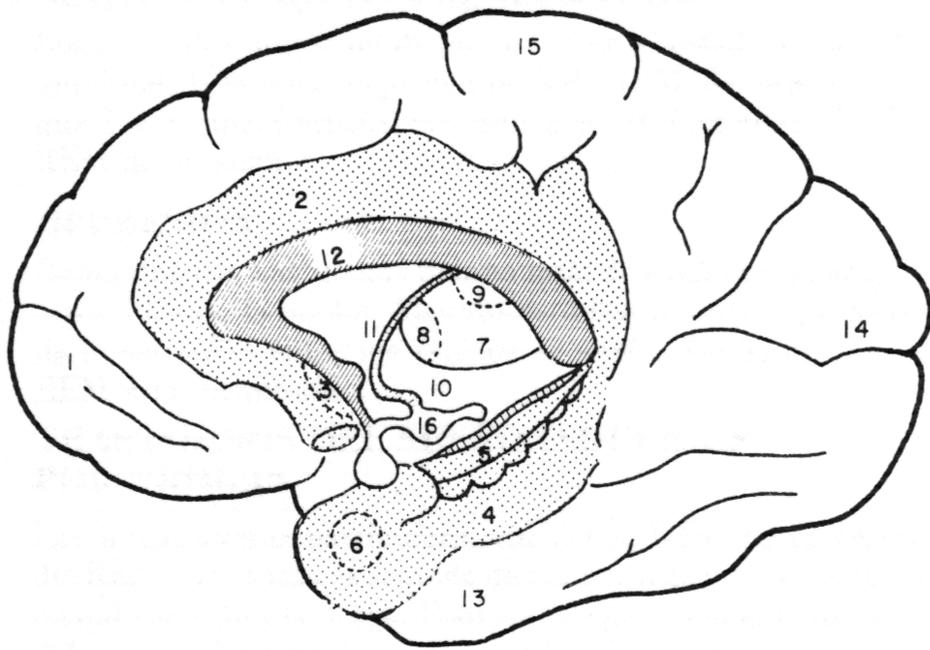


Figura 1. Cara medial del Hemisferio Cerebral.

1. Areas prefrontales: 9, 10, 11, 12, 46
2. Giro cíngulo
3. Area septal
4. Parahipocampo
5. Formación hipocampal
6. Núcleo amigdalóide
7. Tálamo y Núcleos intralaminares
8. Núcleos anteriores del tálamo
9. Núcleo Dorsomedial Tálamo
10. Hipotálamo
11. Fórnix
12. Cuerpo calloso
13. Lóbulo temporal
14. Lóbulo occipital
15. Lóbulo parietal
16. Núcleos mamilares

estimulación eléctrica produce cambios cardiorespiratorios y viscerales.

3. **Formación hipocampal.** Está conformada por varias estructuras y se encuentra en el borde medial del lóbulo temporal y es el origen del fórnix, conjunto de fibras que pone en comunicación el hipocampo con otras estructuras del sistema^{10,11}.

4. **Parahipocampo.** Conformado por varias áreas, se encuentra lateral al hipocampo y en la cara basal del lóbulo temporal. Por sus comunicaciones con el giro cíngulo y las áreas prefrontales hace las veces de centro que proyecta información hacia el hipocampo¹².

5. **Area septal.** Es una región situada por delante del cuerpo calloso y constituye un centro muy importante para las relaciones que guarda con otras estructuras tales como el hipotálamo, el núcleo amigdalóide y el hipocampo a través del fórnix y la formación reticular entre otros. Se considera, después de los estudios de Olds en 1958¹³, como centro de recompensa y castigo. De ellas se habla como "centro del placer".

Las estructuras subcorticales (Figura 1) del SL están formadas por:

1. **Núcleos mamilares,** que forman parte del hipotálamo y recibe información del hipocampo a través del fórnix para ser relevado posteriormente hacia el núcleo anterior del tálamo y la formación del mesencéfalo.

2. **Núcleo anterior del tálamo** (10, 14-16) recibe información de los núcleos mamilares y la retransmite al giro cíngulo, el cual la distribuye a otras áreas corticales y al parahipocampo que a su vez la regresa al hipocampo. De esta forma queda convenido uno de los primeros circuitos del sistema nervioso.

3. **Núcleo dorsomedial del tálamo.** Constituye un centro de integración y distribución de información. Parte de ésta procede del hipotálamo, centro que coordina el sistema endocrino y el sistema neurovegetativo o autónomo y otro gran aporte de información es la procedente del mismo tálamo que, como está claramente establecido, es el relevo obligado de las sensaciones que van hacia la corteza cerebral. El núcleo dorsomedial a su vez se proyecta al lóbulo frontal especialmente a las áreas prefrontales. Es indudable que este núcleo tiene un gran significado funcional y así se ha demostrado experimentalmente¹⁷.

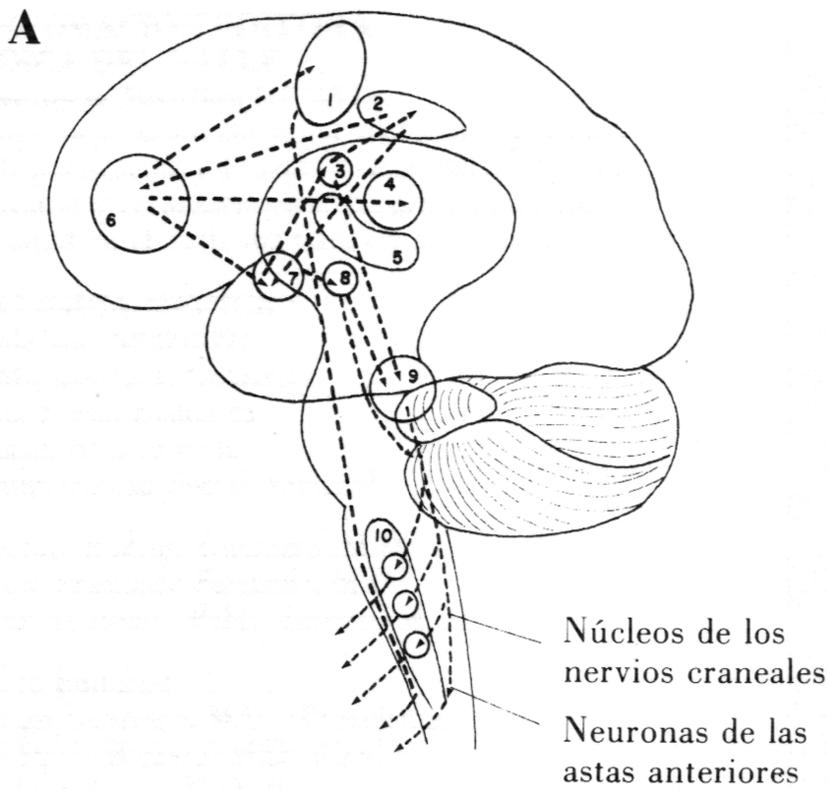
4. **Núcleos intralaminares del tálamo.** Su importancia en el SL radica en dos aspectos: primero en lo que se refiere a sus eferencias pues el núcleo anterior y dorso medial del tálamo recibe gran parte de ellas, los cuales están conectados con áreas prefrontales y el cíngulo; y segundo, a los núcleos intralaminares llegan la mayor parte de las eferencias de la formación reticular del tallo cerebral responsable de los niveles de conciencia y reciben la información de los sistemas sensitivos tanto generales como especiales.

5. **El hipotálamo.** Situado por debajo del núcleo talámico y en las paredes del III ventrículo es el centro coordinador de las funciones viscerales y endocrinas y es a través de él que el SL se expresa visceralmente y a través de sus conexiones directas o indirectas con la corteza cerebral y se manifiesta en los niveles de conciencia y somáticamente. Está claramente definido que el hipotálamo posee centros del hambre, sed, saciedad, sexuales, placer, etc., y estos centros serían el punto de partida para experiencias emocionales subjetivas y sus respectivos comportamientos a nivel somático y visceral¹⁸.

La estimulación de la región anterior del hipotálamo produce respuestas parasimpáticas: bradicardia, bradipnea, hipotensión y aumento del peristaltismo gástrico y duodenal y sus secreciones, miosis, salivación y evacuación de intestino y vejiga. La estimulación de la región posterior produce respuestas simpáticas de ansiedad: taquicardia, hipertensión, midriasis, piloerección y sudoración⁹.

6. **Núcleo amigdalóide.** Se localiza en la parte medial del polo anterior y temporal. Sus conexiones son múltiples y complejas y se relaciona con el área septal, hipotálamo, formación reticular¹⁹. Su principal eferencia se hace a través de la estría terminal y su estimulación produce conducta agresiva con su consiguiente respuesta simpática: midriasis, taquicardia, piloerección, etc¹².

Las estructuras corticales y subcorticales arriba citadas se relacionan mutuamente pero estas comunicaciones son muy complicadas y falta mucho aún para estar completamente clarificadas. No obstante, con el conocimiento que hoy día se tiene del problema, se puede construir algún modelo hipoté-



- | | |
|----------------------------|---------------------------------|
| 1. Corteza motora | 7. Hipocampo |
| 2. Giro cíngulo | 8. Hipotálamo |
| 3. Núcleo anterior* Tálamo | 9. Región límbica mesencefálica |
| 4. Núcleo dorsomedial* | 10. Formación reticular |
| 5. Núcleos intralaminares* | |
| 6. Area prefrontal | |

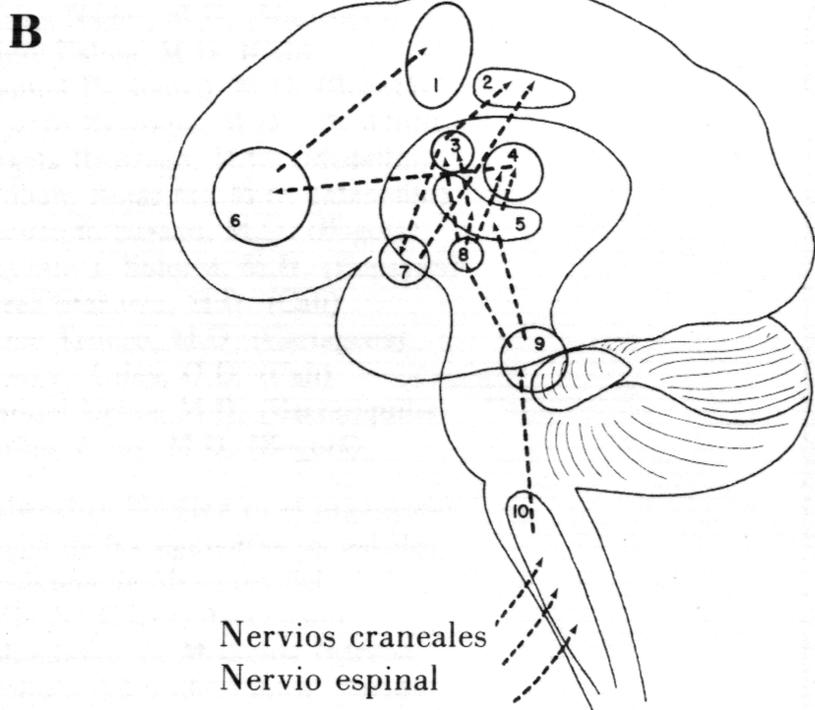


Figura 2. Circuitos en el cerebro emocional: A= Salidas B= Entradas.

(Tomado de "An Introduction to the Neurosciences", Curtis, Jacobson, Marcus-p. 432, W.B. Saunders Company 1972).

tico basados en datos experimentales sobre estructuras tales como el hipocampo, la amígdala, las áreas prefrontales, área septal, núcleo dorsomedial, núcleo anterior del tálamo e hipotálamo.

Uno de los problemas que siempre se ha planteado es dónde comienza y termina el SL y cuáles son los mecanismos íntimos

de sus circuitos. En cuanto a este último problema, es indudable que la investigación sobre neurotransmisores es un excelente camino para esclarecer la función del SL en la salud y enfermedad y es por ello que la neuropsicología como la neuropsiquiatría participan activamente en la investigación neurofisiológica, neurobioquímica y neurofarmacológica. En cuanto a la entrada de información al SL para ser procesada (Figura 2B), se ha demostrado que es múltiple y se establece niveles pero a la luz de los datos experimentales y clínicos se centra la atención sobre el núcleo dorsomedial del tálamo⁶ ya que sus aferencias múltiples de estructuras corticales y subcorticales y sus proyecciones hacia las áreas prefrontales^{6,17} y de éstas al SL, le dan una posición especial dentro de la constelación que conforman el sistema, el cual, formaría una salida principal a través del fórnix que controlaría el hipotálamo, área septal y al cíngulo. El hipotálamo a través de varios fascículos actuaría sobre la formación reticular del tallo cerebral y sobre los centros neurovegetativos (Figura 2A) desencadenando fenómenos vegetativos¹⁸ y por otro lado, sobre estructuras neocorticales que darían lugar a modificación de las conductas motoras somáticas.

REFERENCIAS

1. Papez, J.W.: A proposed mechanism of emotion. *Arch Neurol Psychol*, 1937, **38**: 725-743.
2. McLean, P.D.: The limbic system (visceral brain) and emotional behavior. *Arch Neurol Psychol* (Chicago), 1955, **73**: 130-138.
3. McLean, P.D. & Delgado, J.M.R.: Electrical and chemical stimulation of the fronto-temporal portion of limbic system in the waking animal. *EEG EMG*, 1953, **5**: 91-100.
4. Broca, P.: Anatomie comparee des circonvolutions cérébrales. Le gran lobe limbique et la scissure limbique dans le série des mammifères. *Rev Anthropol*, 1878a, ser. 2, **1**: 385-498.
5. Gómez, P. Arranz, S.B., Carreres, J., Ojeda, J.L. & Barbosa, E.: Las bases nerviosas de las conductas emocionales. Pp 225-242, en *El sistema nervioso central*, Ed. Sever-Cuesta, Valladolid, 272 pp, 1968.
6. Popper, K.R. & Eccles, J.C.: *El yo y su cerebro*. Pp 156, 279, 307, 438, Ed. Labor, S.A., Barcelona, 1982.
7. Crosby, E., Humphrey, T. & Lauer, T.: Rhinencephalon, limbic lobe. Pp 412-433, in *Correlative anatomy of nervous system*, McMillan Co., New York, 731 pp, 1962.
8. Williams, P.L. & Warwick, R.: Lóbulo límbico y vías olfatorias, pp 1088-1101, en *Gray Anatomía*, Salvat Editores, S.A., Barcelona, 1672 pp, 1985.
9. Curtis, B.A. Jacobson, S. & Marcus, E.M.: Taste, alfation and the emotional brain. Pp 425-436, in *An introduction to the neuroscience*, W.B. Saunders Co., Philadelphia, 878 pp, 1972.
10. Rose, J.E. & Woolsey, C.N.: Structure and relations of limbic cortex and anterior thalamic nuclei in rabbit and cat. *J Comp Neurol*, 1948, **89**: 279-347.
11. Swanson, L.W. & Cowan, W.M.: Hippocampo-hypothalamic connections: origin in subicular cortex, not ammon's horn. *Science*, 1975, **189**: 303-304.
12. Kluver, H. & Bucy, P.: Preliminary analysis of functions of the temporal lobes in monkeys. *Arch Neurol Psychol*, 1939, **42**: 979-1000.
13. Olds, J.: Self-stimulation experiments and differentiated reward system. In Jasper, H.H. (ed): *Reticular formation of the brain*, Boston, Little Brown Co., 671, pp., 1958.
14. Cruz, J. & Velayos, J.L.: Afferent connections of the anterior nuclei of the thalamus. *Neuroscience* (letters suppl), 1985, **22**: 507.
15. Lashley, K.S.: Thalamo-cortical connections of the rat's brain. *J Comp Neurol*, 1941, **75**: 67-121.
16. Seki, M. & Zyo, K.: Anterior thalamic afferents from the mammillary body and limbic cortex in the rats. *J Comp Neurol*, 1984, **229**: 242-256.
17. Nauta, W.J.K.: The problem of the frontal lobe: a reinterpretation. *J Psychol Res*, 1971, **8**: 167-187.
18. Mountcastle, V.B.: El sistema nervioso autónomo y su papel en el control de las actividades viscerales. Pp 764-765, en *Fisiología médica*, Ed. Fournier S.A., México, 839 pp, 1977.
19. Feindel, W. & Penfield, W.: Localization of discharge in temporal lobe automatism. *Arch Neurol Psychol*, 1954, **72**: 605-630.