

# 11 aula

## INTRODUÇÃO E ORGANIZAÇÃO GERAL DO SISTEMA NERVOSO

Ana Maria Rabelo Ramalho

### META

Conhecimentos teóricos acerca dos aspectos morfológicos e funcionais da organização geral do sistema nervoso dos animais, em especial dos seres humanos.

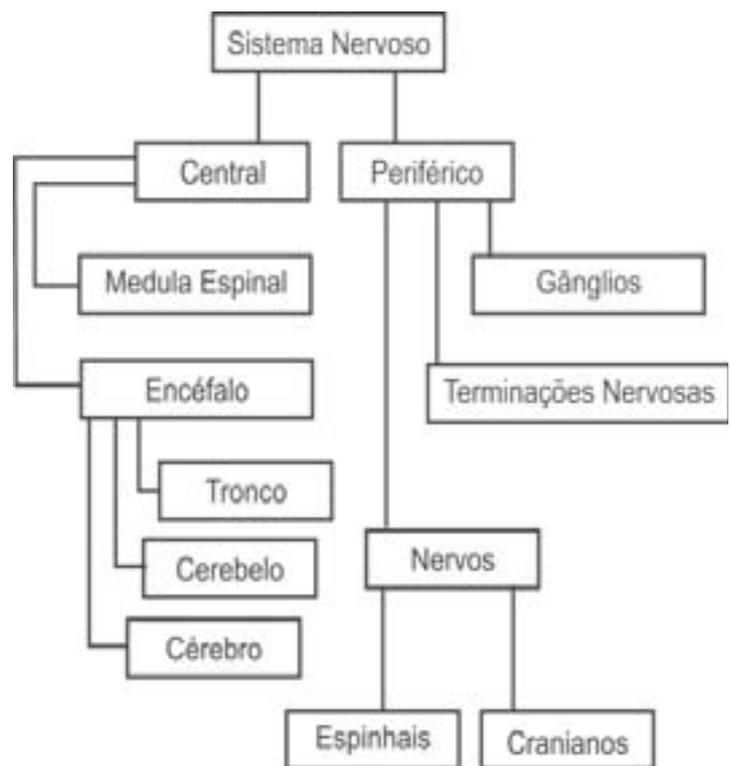
### OBJETIVOS

Ao final desta aula, o aluno deverá:

- identificar a origem filogenética e sua evolução na história do planeta;
- compreender as teorias sobre o comportamento animal;
- identificar os tipos celulares do tecido nervoso;
- classificar anatômica e funcionalmente, no ser humano, o sistema nervoso;
- identificar as principais funções do sistema nervoso.

### PRÉ-REQUISITOS

Conhecer o estudo da Anatomia como ciência, termos de posição, planos de estudo e secções.



Classificação anatômica do Sistema Nervoso - Esquema.

Nas últimas décadas, a compreensão científica do cérebro e do comportamento humano cresceu muito. Uma das questões principais seria por que temos um cérebro e como ele é organizado? Como ele aprende? Como ele pensa? Como as drogas o afetam? Como se entende a linguagem, o aprendizado, a música, as imagens? Estas perguntas estão sendo desvendadas pela neurociência nestes últimos 30 anos de pesquisa e a nossa meta é preparar o aluno para entender os aspectos básicos morfofuncionais do sistema nervoso dos animais.

## INTRODUÇÃO

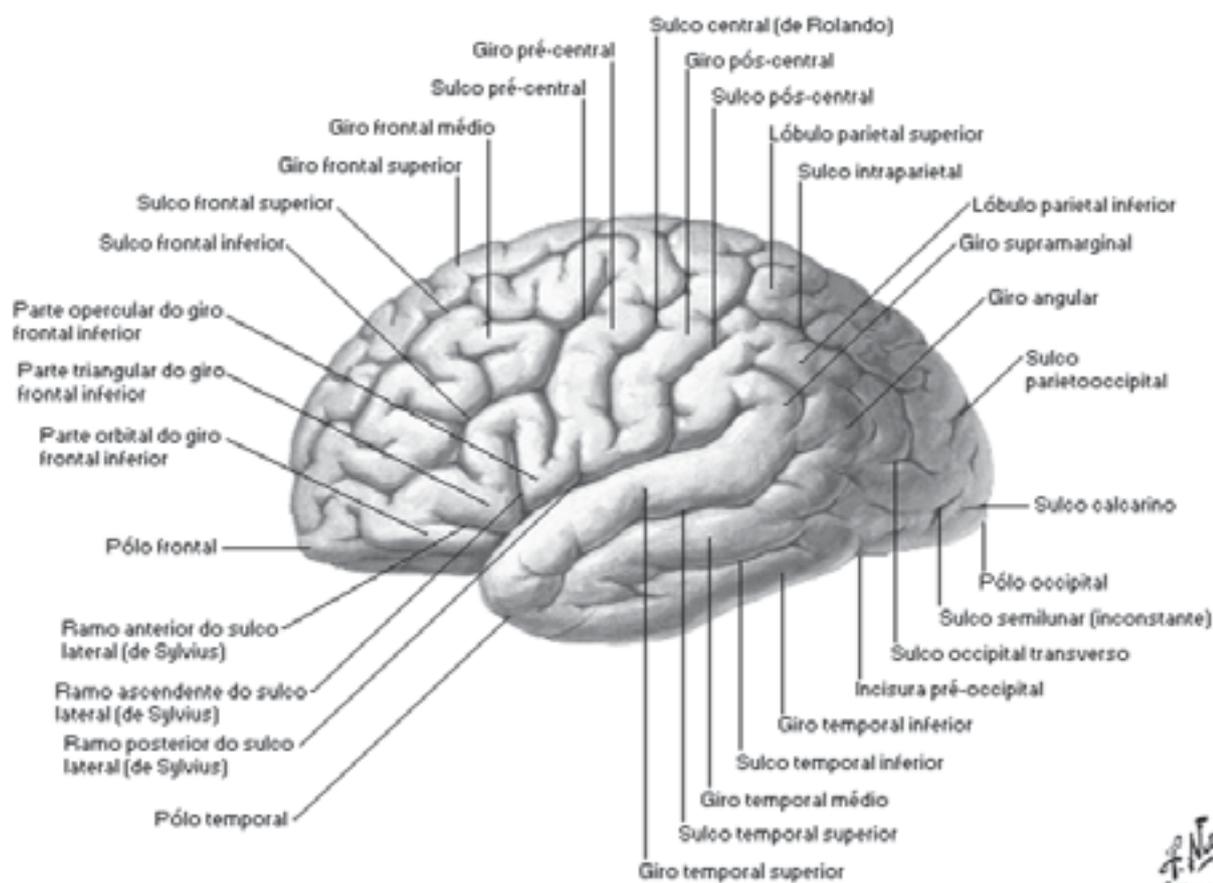


Figura 01. Cérebro - Vista lateral (Lâmina 99 A - NETTER, F. H. *Atlas de Anatomia Humana*. 2 ed. Porto Alegre: Artmed, 2000).

Qual a definição das estruturas anatômicas mais conhecidas do sistema nervoso animal? O que é comportamento e quais as perspectivas sobre o conhecimento do cérebro?

Qualquer tipo de movimento de um organismo vivo tem causa, função e varia em complexidade e grau de dependência do aprendizado. Isto é comportamento.

## CÉREBRO E COMPORTAMENTO

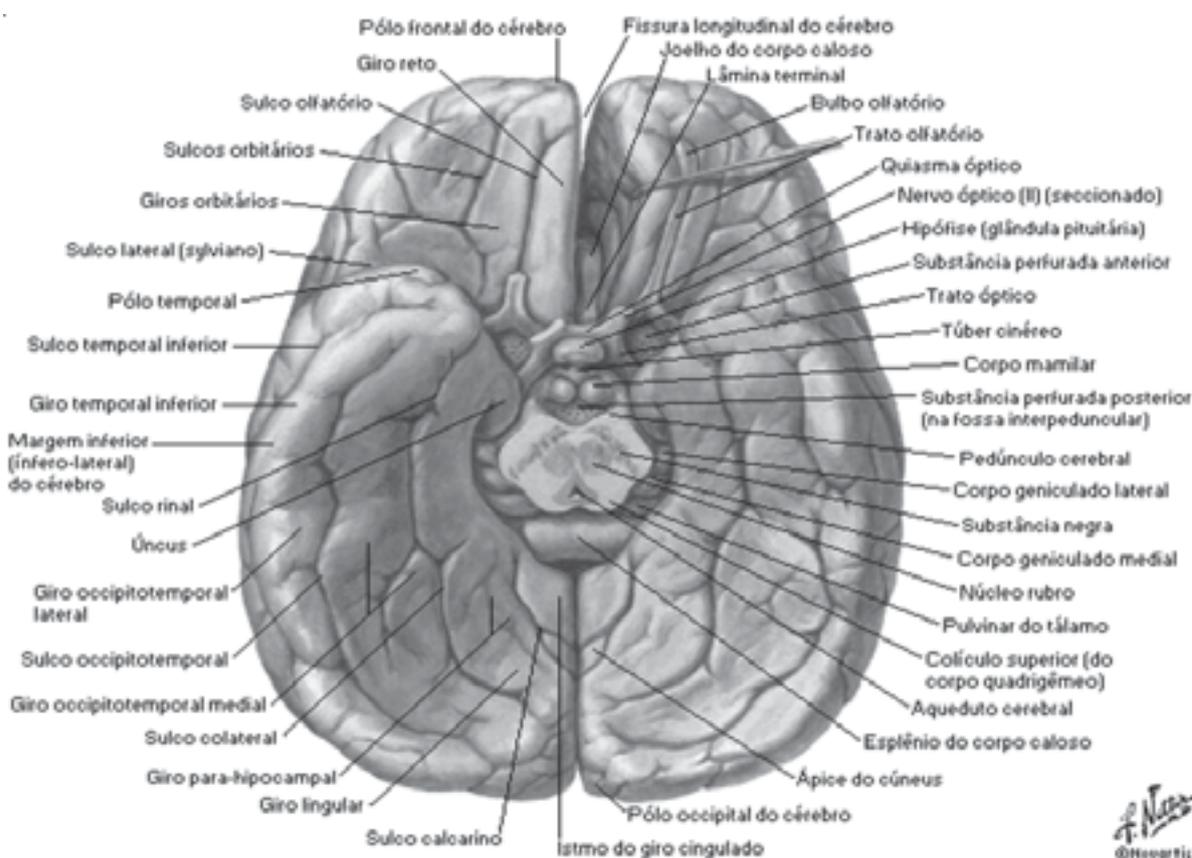


Figura 02. Cérebro - Vista inferior (Lâmina 101 - NETTER, F. H. *Atlas de Anatomia Humana*. 2 ed. Porto Alegre: Artmed, 2000).

Algumas teorias permearam a História neste sentido:

- Aristóteles (384 – 322 a.C.) e o Mentalismo (a mente é entidade intangível e extra corpórea);
- René Descartes (1596 – 1650) e o Dualismo (a mente age por meio do cérebro para linguagem e razão);

- Alfred Russel Wallace (1823 – 1913) e Charles Darwin (1809 – 1892) e o Materialismo (o cérebro sozinho é responsável por ações comuns ou não a todas as espécies.)

Conclusão: todas as coisas vivas estão relacionadas (1858) – *A origem das espécies* e a *Seleção Natural* (1859) - livros de Darwin, o fundador da Teoria Evolucionária Moderna;

- Gregor Mendel (1857) – base da grande variação de espécies: os fatores hereditários. Os genes que produzem o SN em diversas espécies animais tendem, por exemplo, a serem parecidos uns com os outros.

Então, para os mais recentes pesquisadores:

Se as espécies estão correlacionadas, os seus cérebros também devem estar.

Pesquisas em lesmas, ratos, moscas, macacos etc., podem se entender em descobertas para os seres humanos. Os comportamentos (observação de movimentos) também devem estar relacionados. (*A expressão das emoções nos homens e nos animais* – publicado por Darwin).

Ambos, cérebro e comportamento, foram formados pouco a pouco em animais, de uma menor para uma maior complexidade, assim como a espécie humana.

No Materialismo, o comportamento, linguagem e raciocínio são atribuídos à função cerebral: o cérebro controla o comportamento: Teoria do cérebro, de Donald D. Hebb, 1949, no livro *A organização do Comportamento* – diz que: “o comportamento e a função neural estão relacionados de maneira perfeita, um é sempre provocado pelo outro”. Isto guia a pesquisa científica contemporânea.

### **DEFINIÇÃO SOBRE A ESTRUTURA MAIS CONHECIDA DO SISTEMA NERVOSO**

#### **CÉREBRO (O TELENCEFALO E O DIENCEFALO)**

É uma palavra que indica muitas vezes todo o tecido encontrado dentro do crânio (encéfalo). Porém, sua maior porção, o *telencefalo*,

possui duas metades simétricas chamadas *hemisférios direito e esquerdo*. Cada um tem uma camada externa chamada *córtex cerebral*. A superfície está dividida por sulcos em *giros* ou *circunvoluções* e formam áreas chamadas *lobos* (frontal, parietal, occipital, temporal e a ínsula).

O cérebro ainda tem uma porção interna onde encontramos *núcleos de neurônios* (*núcleos da base*) que se relacionam com uma estrutura mais central, o *diencéfalo*. Este, por sua vez, está dividido simetricamente em: *tálamo*, *hipotálamo*, *subtálamo* e *epitálamo*. Os núcleos da base e a porção cortical dos hemisférios formam o que chamamos de *telencéfalo*.

Todas estas formações se originam de uma vesícula primitiva embrionária chamada *prosencefalo* (a mais cranial). Outras vesículas a seguem inferiormente, o *mesencefalo* e o *rombencefalo*, que formam o *tronco encefálico* (mesencefalo, ponte e bulbo) e o *cerebelo*.

Todas as estruturas originadas das três vesículas primordiais embrionárias formam o que chamamos de *ENCÉFALO*, que ocupa maior extensão da cavidade craniana.

O encéfalo continua, inferiormente, com uma estrutura cilíndrica que ocupa grande parte do canal vertebral e se chama *medula espinal*, originária de um *tubo neural* primitivo que provém do *ectoderma*, a camada mais externa do disco embrionário da segunda semana.

Todos os sistemas orgânicos estão formados por células que se especializam para determinado fim. Portanto, as células formam unidades dos tecidos básicos dos organismos pluricelulares. Os tecidos

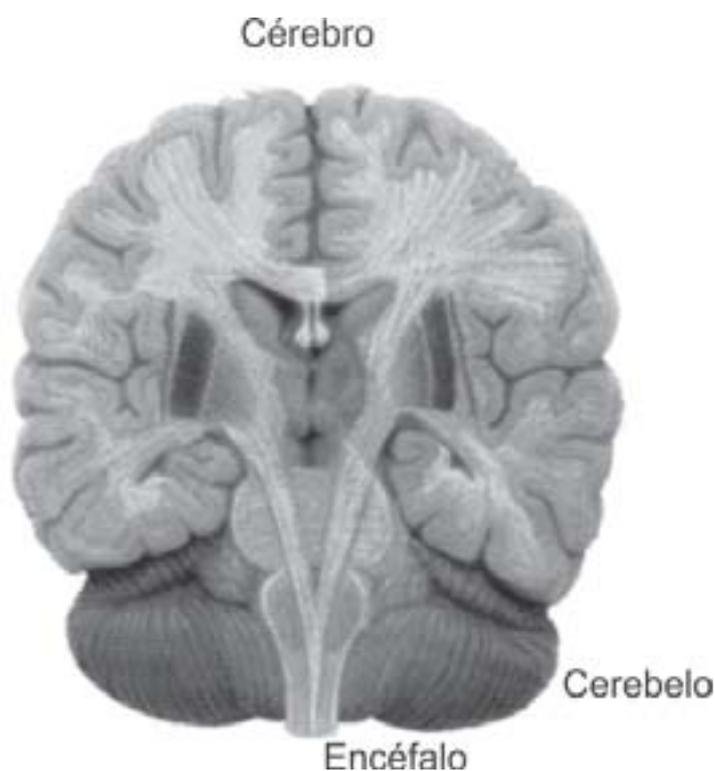


Figura 03. Cérebro (Secção frontal) e ventrículos.

básicos são quatro: o epitelial ou de revestimento; o conjuntivo ou conectivo, que dá origem ao tecido ósseo e cartilaginoso; o tecido muscular, que é responsável pelo movimento, característico do comporta-

mento; e o tecido nervoso.

Como as células deste tecido surgiram?

O *neurônio* é a unidade morfológica do tecido nervoso que se especializou em transmitir informações entre as células. Ele é uma célula relativamente recente na evolução da vida no planeta Terra.

- 4500 milhões de anos – origem da Terra;

- 700 milhões de anos – ori-

gem dos neurônios (final do período PRÉ-CAMBRIANO);

- 250 milhões de anos – Primeiros cérebros;

- o primeiro cérebro humano, há 4 milhões de anos.

Os seres humanos representam apenas uma das 275 espécies da *ordem primata* – eles têm excelente visão e enxergam em cores, e os olhos guiam os movimentos das mãos com habilidade. Têm, em média, cérebros maiores. A família é a *Hominidae* e a subordem *Símios* (junto a gibões, orangotangos, gorilas e chimpanzés).

Um dos nossos ancestrais hominídeos é o *Australopithecus* (África do Sul, 1924) – criança de

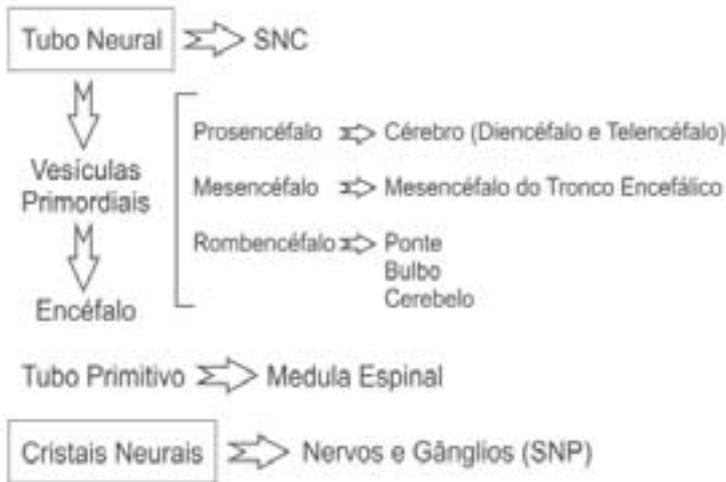


Figura 04. Divisão embrionária a partir do tubo e cristais neurais.

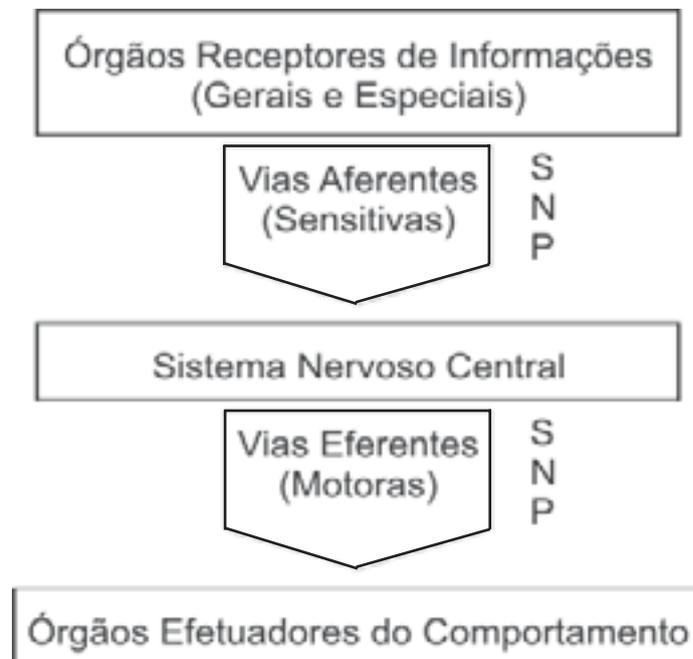


Figura 05. Vias sensitivas e motoras.

Taung. Eles andavam erectos (3,8 milhões de anos) – *Lucy* (3 milhões, 1m de altura, 1/3 do cérebro atual).

Foram achados fósseis de cerca de 2 milhões de anos (*Homo* na Tanzânia) em 1964, com uma arcada dentária mais semelhante à do homem moderno, e ferramentas simples de pedra. (*Homo habilis*). No Brasil, têm sido encontrados fósseis bastante antigos, inclusive no Nordeste. – Há hipóteses de que espécies de *Homo* estariam vivendo no mesmo período.

Da África migraram para a Europa e Ásia (*Homo erectus*) – 1,6 milhão de anos, até 100 mil ou 30 mil anos atrás. Seu cérebro era maior, bem semelhante aos atuais e usavam ferramentas mais sofisticadas.

O homem moderno é o *Homo sapiens*, que apareceu na Ásia e norte da África entre 200 e 100 mil anos atrás, e na Europa há 40 mil anos (migrados da África).

Os cientistas que estudam a evolução do cérebro sugerem que um aumento relativo no tamanho e complexidade, nas diferentes espécies, foi o que permitiu a evolução de um comportamento mais complexo.

Alterações constantes no clima e nas características físicas da Terra eliminaram certas espécies animais e criaram novas oportunidades para que outras surgissem (seleção natural de Darwin).

### COMO O SISTEMA NERVOSO (SN) ESTÁ ORGANIZADO

O sistema nervoso está organizado em redes de estruturas microscópicas que informam o que acontece internamente e externamente (VIAS AFERENTES OU SENSITIVAS) a um conjunto de órgãos com milhões de *neurônios* (Sistema Nervoso Central) organizados para receber estas informações e enviar respostas à periferia (VIAS EFERENTES OU MOTORAS), chegando aos verdadeiros órgãos efetadores do comportamento: os músculos e as glândulas secretoras. Estas vias aferentes e eferentes da periferia formam cordões esbranquiçados que

se chamam NERVOS. Estas informações podem ser urgentes e a resposta é feita rapidamente ou REFLEXA, para proteção da vida do organismo.

Por outro lado, no órgão mais evoluído do sistema nervoso central (Cérebro), existe um armazenamento de informações ou de experiências anteriores, que é responsável pelo aprendizado de respostas cada vez mais adaptadas e eficientes, tornando o ser humano o animal de mais alto grau de complexidade e diversidade em seu comportamento

O estudo destas aulas seguirá a seqüência abaixo:

### VISÃO GERAL DA ESTRUTURA BIOLÓGICA – ORIGEM

- Células e tecido nervoso (neurônios e neuroglia)
- Sinapses e arcos reflexos (comunicação)

### ORGANIZAÇÃO FUNCIONAL DO SN: PRINCÍPIOS

1. Seqüência do processamento da informação transmitida  
Entrada → Integração → Saída
2. Divisão *sensorial e motora* em todo SN.
3. Circuitos *cerebrais cruzados*. *Cerebelares diretos*.
4. *Simetria e Assimetria* do cérebro.
5. O trabalho neural por meio de *excitação e inibição* de suas unidades funcionais (neurônios).
6. Os múltiplos níveis funcionais hierárquicos no SN Central – Os sistemas paralelos.
7. Funções localizadas e distribuídas.

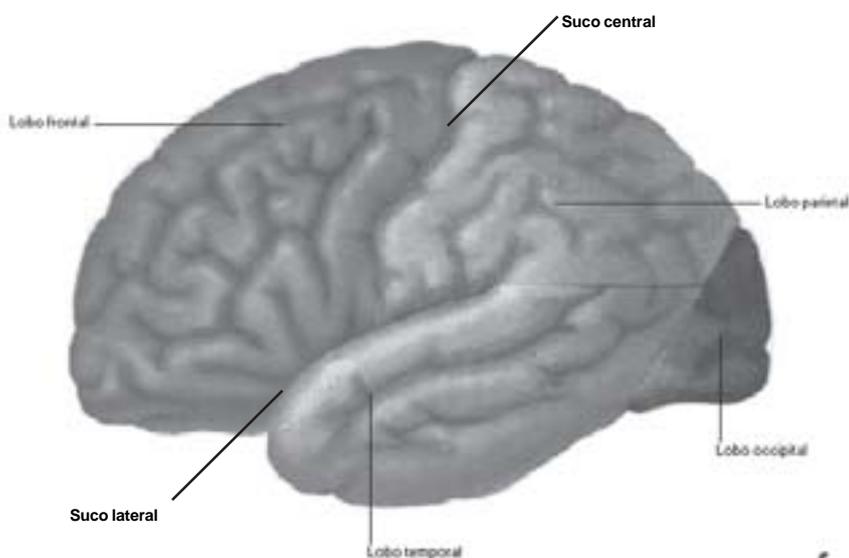


Figura 06. Cérebro - Lobos - Vista lateral (Lâmina 99 B - NETTER, F. H. *Atlas de Anatomia Humana*. 2 ed. Porto Alegre: Artmed, 2000).

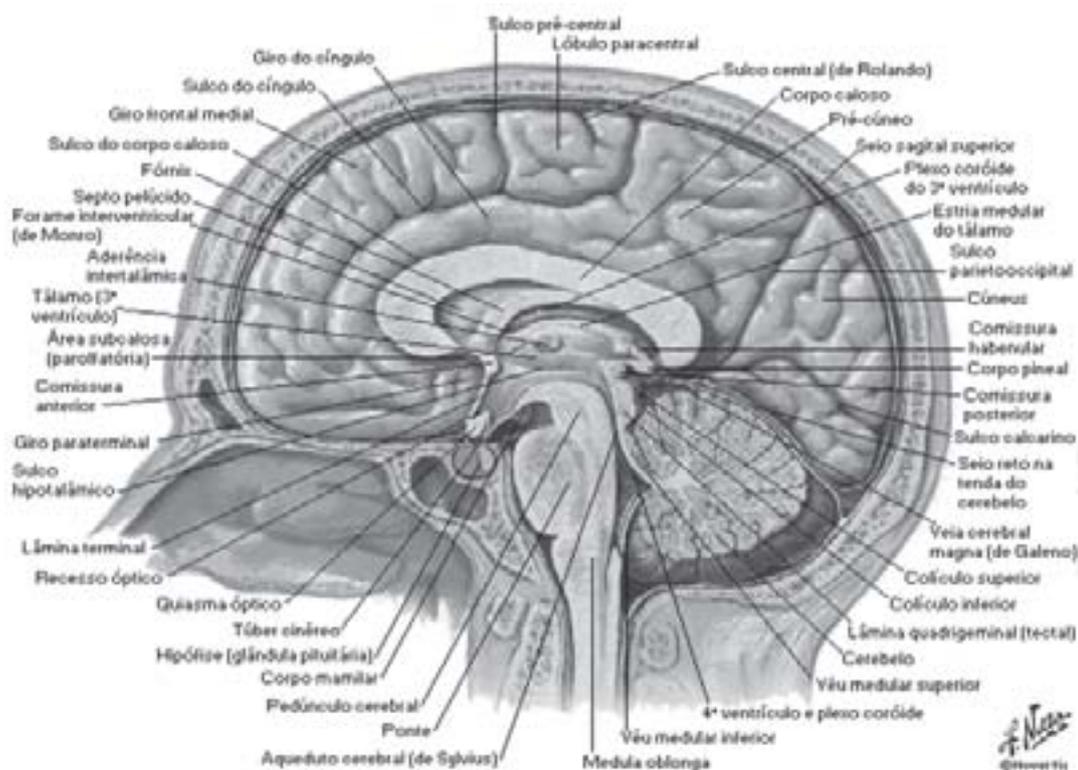


Figura 07. Cérebro in Situ - Secção Sagital - Vista medial (Lâmina 100 A - NETTER, F. H. *Atlas de Anatomia Humana*. 2 ed. Porto Alegre: Artmed, 2000).

## ANATOMIA DO SISTEMA NERVOSO

- Classificações gerais: anatômica e funcional
- Descrição sucinta dos órgãos

As três funções principais do cérebro são:

1. *Produzir comportamentos* (todo tipo de respostas motoras e secretoras)
2. *Criar uma realidade sensorial* (sensibilidade consciente ou não).
3. *Criar conhecimentos que integrem informações* de épocas e domínios sensoriais diferentes (memória, aprendizado) – e empregá-las para guiar o comportamento. Integrar ítem 1 e 2.

Cada uma requer estruturas anatômicas específicas do SN que as pesquisas a partir do século XX vêm desvendando.

---

O grande cérebro humano evoluiu em resposta a várias pressões e oportunidades, como alterações climáticas, novas fontes alimentícias e um correspondente fluxo sanguíneo mais disperso (com melhor resfriamento do órgão).

### CONCLUSÃO

O tamanho cerebral e a inteligência não estão especialmente relacionados quando examinamos pessoas dentro da espécie humana moderna. Nós nos distinguimos pela quantidade de comportamento que aprendemos culturalmente e, comparadas a outras espécies, progredimos muito mais no desenvolvimento da cultura (complexos comportamentos aprendidos no grupo, que são transmitidos às gerações).

## REFERÊNCIAS

- BEAR, Mark F.; CONNORS, Barry W.; PARADISO, Michael A. **Neurociências, desvendando o Sistema Nervoso**. 2 ed. Porto Alegre: Artmed, 2002.
- CROSSMAN, A. R.; NEARY, D. **Neuroanatomia – Um texto ilustrado em cores**. 2 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000.
- KIERNAN, John A. **Neuroanatomia humana de Barr**. 7 ed. Rio de Janeiro: Manole, 2003.
- KOLB, Bryan; WHISHAW, Ian Q. **Neurociência do comportamento**. Rio de Janeiro: Manole, 2002.
- MACHADO, Angelo, **Neuroanatomia funcional**. 29 ed. São Paulo: Atheneu, 1998.
- MARTIN, John H. **Neuroanatomia – Texto e Atlas**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.
- MENESES, M. S. **Neuroanatomia aplicada**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1999.
- NETTER, Frank H. **Atlas de Anatomia Humana**. 3 ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.