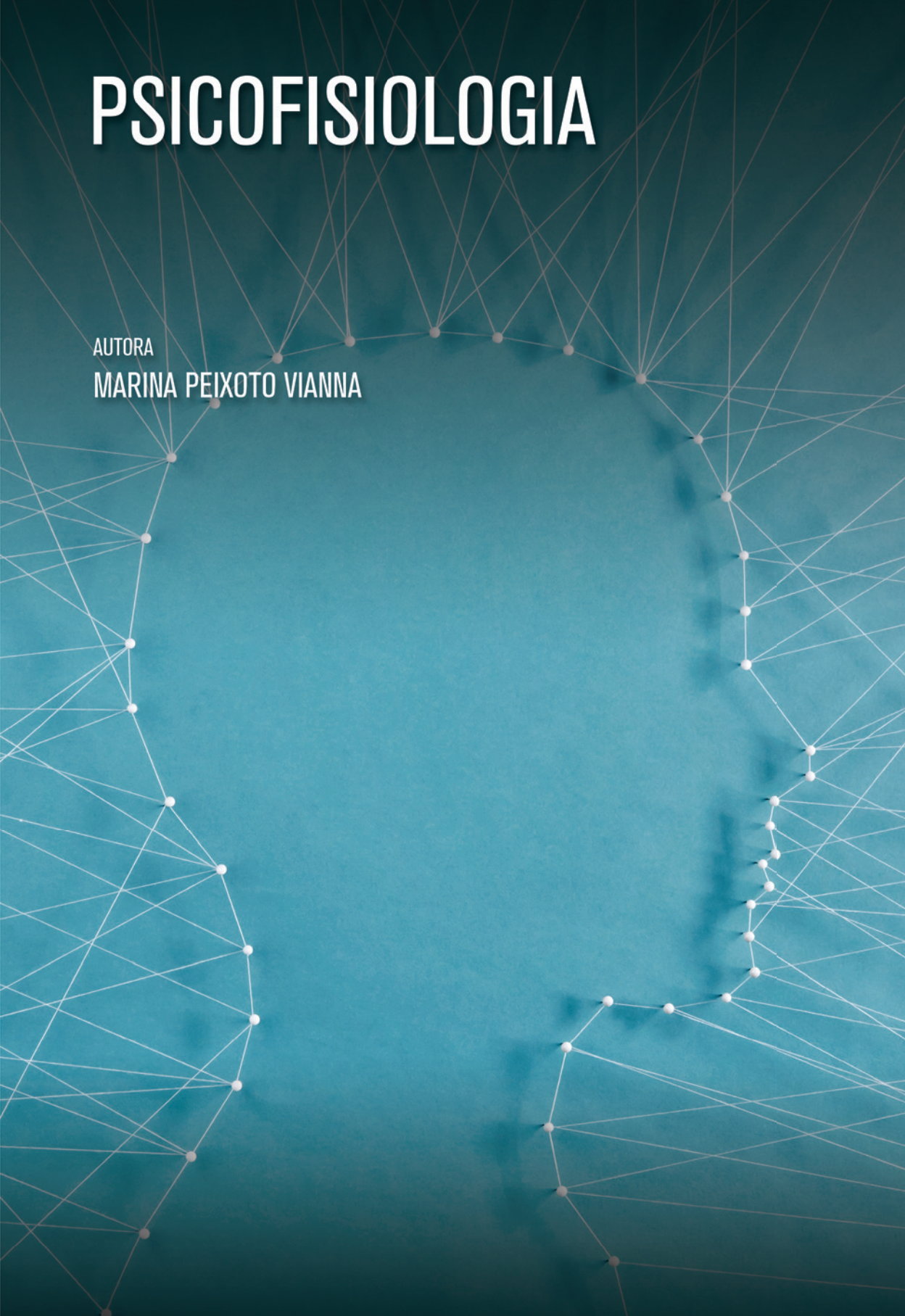
PSICOFISIOLOGIA

AUTORA
MARINA PEIXOTO VIANNA



PSICOFISIOLOGIA

AUTORA
MARINA PEIXOTO VIANNA

1ª EDIÇÃO
SESES
RIO DE JANEIRO 2016

Estácio

Conselho editorial SERGIO AUGUSTO CABRAL, ROBERTO PAES E PAOLA GIL DE ALMEIDA

Autora do original MARINA PEIXOTO VIANNA

Projeto editorial ROBERTO PAES

Coordenação de produção PAOLA GIL DE ALMEIDA, PAULA R. DE A. MACHADO E ALINE KARINA RABELLO

Projeto gráfico PAULO VITOR BASTOS

Diagramação BFS MEDIA

Revisão linguística BFS MEDIA

Revisão de conteúdo ANDRÉA GEREVINI DA FONSECA

Imagem de capa GTS | SHUTTERSTOCK.COM

Todos os direitos reservados. Nenhuma parte desta obra pode ser reproduzida ou transmitida por quaisquer meios (eletrônico ou mecânico, incluindo fotocópia e gravação) ou arquivada em qualquer sistema ou banco de dados sem permissão escrita da Editora. Copyright SESES, 2016.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

V617p VIANNA, MARINA PEIXOTO
Psicofisiologia / Marina Peixoto Vianna.
Rio de Janeiro: SESES, 2016.
144 P: IL.

ISBN: 978-85-5548-315-8

1. PSICOFISIOLOGIA. 2. SISTEMA NERVOSO. 3. NEUROBIOLOGIA.
4. COMPORTAMENTOS HUMANOS. I. SESES. II. ESTÁCIO..

CDD 612.8

Diretoria de Ensino — Fábrica de Conhecimento
Rua do Bispo, 83, bloco F, Campus João Uchôa
Rio Comprido — Rio de Janeiro — RJ — CEP 20261-063

Sumário

Prefácio 7

1. Psicofisiologia e motivação 9

1.1 Homeostase 10
1.1.1 Homeostase comportamental 14
1.2 Sistemas de controle 14
1.2.1 Hipotálamo 18
1.2.2 Hipófise 20

2. Comportamento alimentar e comportamento reprodutivo 31

2.1 Comportamento alimentar 33
2.1.1 Conceitos fundamentais 33
2.1.2 Química dos nutrientes 34
2.1.3 Anatomia do sistema digestório 35
2.1.4 O processo de digestão dos alimentos 36
2.2 Comportamento da digestão e comportamento alimentar 37
2.2.1 Regulação do comportamento alimentar 39
2.2.2 Regulação do processo de digestão 42
2.2.3 Mecanismos fisiopatológicos 45
2.3 Comportamento reprodutivo 46
2.3.1 Estruturas do sistema reprodutor masculino 47
2.3.2 Estruturas do sistema reprodutor feminino 50
2.3.3 Bases neurais dos comportamentos sexuais 54
2.3.4 Noções sobre a orientação sexual 56

3. Aprendizagem, memória e o comportamento emocional 61

3.1 Aprendizagem e memória 62
3.1.1 Histórico 62
3.1.2 Memória 63
3.1.3 Bases fisiológicas da memória 64
3.1.4 Áreas corticais envolvidas no processo de memória 66
3.1.5 Distúrbios da memória 66
3.1.6 Memória e aprendizado 67
3.2 Comportamento emocional 69
3.2.1 Componentes do sistema límbico 71
3.2.2 Centros límbicos do diencéfalo 73
3.2.4 Fisiologia do sistema límbico 74
3.2.5 Neuroquímica do comportamento emocional 75
3.2.6 Fisiologia do medo e do estado ansioso 76
3.2.7 Tipos de ansiedade 77
3.2.8 Fisiologia da raiva 77
3.3 Pensamento 78
3.3.2 das áreas corticais relacionado às funções cerebrais 79
3.4 Bases biológicas de transtornos mentais 83

4. Linguagem e atenção 87

4.1 Mecanismos da linguagem 88
4.1.2 Córtex cerebral 89
4.1.3 Processamento da linguagem 91
4.1.4 Controle dos movimentos de precisão e da fala 93
4.1.5 Principais afasias associadas à linguagem 95
4.2 Mecanismos da atenção 98
4.2.2 Sistema Reticular Ativadora Ascendente (SARA) 100
4.2.3 O fenômeno da Atenção 101
4.2.4 Principais distúrbios associados à linguagem e a atenção 104

5. Dor e estados da consciência 113

5.1 Sistema somatossensorial 114
5.1.2 Transdução sensorial 116
5.1.3 Centros superiores de integração 117
5.1.4 Vias e circuitos sensoriais 118
5.1.5 Classificação dos receptores 121
5.2 Estados de consciência 126
5.2.2 Ritmos biológicos e ciclo sono-vigília 127
5.2.3 Sono, vigília e coma 129
5.2.4 Substâncias que agem sobre o ciclo sono-vigília 132
5.2.5 Consciência 133
5.2.6 Distúrbios do sono 134

Prefácio

Prezados(as) alunos(as),

Vamos imaginar a seguinte situação corriqueira: seu celular cai no chão e para de funcionar, você tenta reiniciá-lo e nada acontece. Então, você procura a assistência técnica especializada para tentar resolver o problema. Chegando lá o técnico pergunta qual foi o problema, e já começa a desmontar o aparelho com tanta perícia que chama a atenção. Ele já vai diagnosticando os defeitos sem usar um aparelho ou manual sequer e já inicia o reparo do aparelho. É aí que nos perguntamos: "Como é que ele tem tanta certeza? ", "Qual o segredo?", "Não seria melhor analisar um pouco mais? "

Para responder a todas essas perguntas e compreender quais os sinais e sintomas que o celular apresentou quando deixou de funcionar, é fundamental que o técnico tenha aprendido, ao longo de toda sua experiência, duas coisas importantes: **Anatomia** e **Fisiologia**.

Mas como assim? É isso mesmo. Primeiramente, ele precisa conhecer muito bem todos os componentes do celular e onde eles estão, ou seja, a **anatomia** das peças. Depois ele precisa saber responder, com detalhes, como funciona cada um dos componentes, como eles se relacionam, para tentar solucionar o problema apresentado, ou seja, precisa saber a **fisiologia** das peças que compõem o celular.

Essa simples analogia serve para mostrar que estamos prontos para definir e estudar a Fisiologia Humana e descobrir como nossas peças e sistemas funcionam e interagem entre si.

Conheceremos um pouco mais sobre aspectos importantes como Homeostase fisiológica e Homeostase comportamental, comportamento alimentar e comportamento reprodutivo, aprendizagem e memória, funcionamento do nosso sistema límbico e o processamento de nossas emoções. Também estudaremos os mecanismos da linguagem e da atenção, as principais afasias relacionadas à linguagem. E fecharemos nosso estudo conhecendo um pouco mais sobre o sistema sensorial e as diferentes modalidades sensoriais, e os estados de consciência, destacando a arquitetura do sono.

Bem-vindos à Psicofisiologia!

Bons estudos!

1

Psicofisiologia e motivação

1. Psicofisiologia e motivação

Sabemos que nosso corpo é composto por diversos sistemas: sistema nervoso, sistema digestório ou gastrointestinal, sistema circulatório, sistema respiratório, sistema tegumentar, sistema muscular, sistema excretor, sistema endócrino, sistema esquelético, sistema reprodutor e outros. E aquele que tem por função a coordenação de todos os outros é o Sistema Nervoso, pois se o corpo sai do seu estado homeostático, ele é, por norma, o primeiro a tentar corrigir o que está errado e tentar restabelecer a homeostase.

Para se poder entender o que é a Psicofisiologia é essencial não só ler e saber acerca dos diversos sistemas fisiológicos do ser humano, mas também é importante que consigamos entender a maneira como cada um dos sistemas fisiológicos reage a eventos ou estímulos.

Para tanto, vamos analisar conceitos básicos de neurofisiologia e explorar algumas das principais vias neurobiológicas dos diversos comportamentos humanos.

Preparados?

OBJETIVOS

- Compreender os conceitos de homeostase e retroalimentação;
- Analisar o processo de homeostase comportamental e seus componentes;
- Discorrer sobre os sistemas de controle: Sistema Nervos e Sistema Endócrino;
- Relacionar estruturas importantes para a homeostase-hipotálamo e hipófise, relação entre elas e com o Sistema Endócrino. Compreender o funcionamento do sistema hipotálamo-hipofisário;
- Estudar a anatomia e fisiologia da hipófise e relação dela com a secreção dos principais hormônios reguladores de nossas funções vitais.

1.1 Homeostase

Todos os elementos da Natureza mantêm relações funcionais com outros elementos. Quando um elemento mantém relação funcional com outro elemento podemos dizer que eles formam um sistema. Na Natureza, a concepção de elementos e sistemas é relativa ao nível de complexidade que estamos explo-

rando. Por exemplo, o coração é um elemento do conhecido Sistema Circulatório, mas, em relação às fibras do miocárdio, o coração passa a ser o sistema. Os sistemas por sua vez, são classificados como dissipativos ou conservativos. Sistemas dissipativos são aqueles onde ocorre perda de energia na forma de calor quando há interação entre seus elementos. Já os sistemas conservativos são aqueles onde não há perda de energia na forma de calor, como resultado da interação entre seus elementos.

Quando paramos para analisar essas definições nos perguntamos: existem sistemas conservativos de energia na Natureza? A resposta é NÃO. Qualquer interação na natureza gasta energia. Sendo assim, os sistemas dissipativos são regra na Natureza.

Sabe-se que a manutenção da vida em toda sua plenitude é dependente de um estado de equilíbrio interno entre os elementos e entre os sistemas. **Homeostase** é o nome que se dá para esse processo. Ou seja, a capacidade dos organismos, como o ser humano, de manter seus parâmetros do meio interno em níveis constantes, independentemente das variações que ocorram no ambiente externo.

Esse termo foi descrito pela primeira vez pelo fisiologista francês Claude Bernard e posteriormente foi evidenciado pelo americano, também fisiologista Walter Cannon.

A homeostase é uma condição que depende de uma complexa atividade orgânica integrada, na qual o Sistema Nervoso tem papel fundamental.

No corpo humano, é possível identificar vários exemplos de homeostase: a homeostase hídrica ou osmorregulação, a homeostase hormonal, como vimos anteriormente, a homeostase térmica. No caso da homeostase térmica, a variação da temperatura externa obriga nosso corpo a algumas alterações. Quando o corpo é submetido a temperaturas mais baixas, usa mais energia para manter sua temperatura interna constante.

Uma analogia interessante que podemos fazer é imaginar o que aconteceria no saguão de um hotel. Vamos imaginar que, para o conforto dos hóspedes, a temperatura deva ser mantida a 25°C. Esse processo é realizado por um ar-condicionado capaz de resfriar ou aquecer o ar, dependendo da situação. Quando a temperatura do saguão cair abaixo de 25°C, o sistema liga o aquecimento e aumenta a temperatura. Ao contrário, se a temperatura estiver acima dos 25°C, o sistema liga o resfriamento e a temperatura cai. O sistema é capaz de manter a temperatura em um ponto de ajuste, o que torna a temperatura do saguão

constante, independente da temperatura externa. Mesmo durante os dias de temperaturas mais altas ou mais baixas, os hospedes desse hotel desfrutarão os agradáveis 25°C.

Nós, exemplo de animais endodérmicos, também possuímos um ponto de ajuste de temperatura, que vira em torno de 37 °C, temperatura ideal para as que todas as reações bioquímicas possam ocorrer. Se a temperatura do organismo ultrapassar esse valor, reações fisiológicas e comportamentais ocorrerão até que a temperatura retorne aos 37 °C: começaremos a transpirar para acelerar a perda de calor. Se, nossa temperatura diminuir para menos de 37 °C, outras reações fisiológicas acontecerão para restabelecer a homeostase térmica: começaremos a tremer, pois, a atividade muscular gera calor. Podemos afirmar, então, que os mecanismos de manutenção da homeostase térmica permitem uma independência em relação à temperatura exterior. Animais ectodérmicos, por sua vez, não têm esses mecanismos de controle, e tornam-se letárgicos a baixas temperaturas.

Esse foi apenas um exemplo do controle homeostático, o controle da temperatura corporal. Devemos, porém, sempre lembrar que o mesmo tipo de controle acontece com praticamente todas as variáveis ou parâmetros importantes para a manutenção da vida. Esse mecanismo que permite a manutenção dessas variáveis dentro de faixas fisiológicas – ou homeostáticas – é denominado **retroalimentação** (ou *feedback*).

O funcionamento desse mecanismo é ilustrado na figura a seguir (figura 1.1):

Figura 1.1 – Exemplo de um sistema de controle simples.

Nós temos inúmeros receptores de temperatura espalhados pelo nosso corpo, que são os responsáveis pela detecção da variável, nesse caso, a temperatura. O organismo dever ter também uma estrutura responsável pela integração dessa informação e pela resposta de ajuste. No homem, essa estrutura está localizada no Sistema Nervoso Central, e é denominada **hipotálamo**. E as respostas serão executadas por inúmeras vias de saída, que incluem a sudorese ou o tremor muscular.

Segundo Mourão & Abramov (2011), os processos de retroalimentação são, na maior parte dos casos, processos de regulação inibitória, ou *feedback* negativo, onde o efeito de um processo reduz a intensidade desse processo. A

regulação da temperatura interna do organismo é resultado é resultado de processos de *feedback* negativos. Em paralelo à retroalimentação negativa, encontramos a retroalimentação positiva ou *feedback* positivo. Ela nos remete à ideia de que o efeito de um processo aumenta a intensidade desse processo.

De modo simplificado podemos resumir:

Feedback negativo: quanto mais, menos.
Feedback positivo: quanto mais, mais.

Sabe-se que o conceito de retroalimentação ou *feedback* envolve o controle de um determinado parâmetro fisiológico por meio de seu monitoramento contínuo e da execução de respostas de correção adequadas.

Algumas vezes, entretanto, doenças podem ser causadas por mudanças no próprio ponto de ajuste de um determinado parâmetro. Na hipertensão, por exemplo, é o ponto de ajuste de pressão arterial no bulbo (estrutura que faz parte do tronco encefálico) que aumenta. A febre é outro exemplo de aumento no ponto de ajuste de temperatura no hipotálamo, e nesse caso causado por bactérias patogênicas.

Devemos lembrar que a homeostase deve ser mantida apesar das pressões do ambiente, como a variação na disponibilidade de nutrientes, variação na luminosidade, etc. e a homeostase se dá à custa de energia, uma vez que os seres vivos são sistemas dissipativos de energia.

A tabela abaixo (tabela 1.1) mostra que os parâmetros homeostáticos se encontram numa faixa de normalidade, e dentro dessa faixa podem variar sem comprometer a vitalidade do organismo.

PARÂMETRO	VALORES MÉDIOS	FAIXA DE NORMALIDADE
Glicemia	90 mg/dl	80 a 110 mg/dl
Temperatura corporal	36,5 °C	35,8 a 37 °C
PCO_2 nos tecidos	40 mmHg	35 a 45 mmHg
Sódio no sangue	140 mEq/l	135 a 145 mEq/l
Pressão arterial sistólica em repouso	130 mmHg	110 a 140 mmHg
pH do sangue arterial	7,40	7,35 a 7,45

Tabela 1.1 – Alguns parâmetros da homeostase em seres humanos normais. Fonte: Mourão & Abramov, 2011.

É importante destacar que as faixas de normalidade dependem do sexo, da idade da pessoa. Exemplo: alguns hormônios como FSH (hormônio folículo estimulante) e LH (hormônio luteinizante) apresentam valores basais diferentes entre homens e mulheres, o volume sanguíneo também apresenta uma diferente de aproximadamente 0,5l a 1,0l.

1.1.1 Homeostase comportamental

A homeostase comportamental está diretamente relacionada ao conceito de manutenção do meio interno, e está ligada a uma série de respostas comportamentais que garantem a preservação do indivíduo ou espécie. A homeostase comportamental envolve diversos tipos de comportamento: comportamento alimentar, comportamento reprodutivo, comportamento emocional, que estudaremos com mais detalhes nos próximos capítulos. A homeostase comportamental envolve também processos: regulados por mensagens químicas hormonais e enviados/recebidos pelo eixo hipotalâmico-hipofisário.

Sendo assim, podemos dizer que o mecanismo-chave neural responsável pela manutenção do comportamento está localizado no hipotálamo. E de que forma ele age? Através do controle dos sistemas de resposta ou também chamados sistemas efetores:

- Sistema motor somático;
- Sistema neurovegetativo ou autônomo;
- Sistema endócrino.

Veremos mais sobre isso no próximo item.

1.2 Sistemas de controle

Vimos que os conceitos de homeostase e retroalimentação, controle do meio interno e externo, são pontos centrais dentro da Fisiologia. Na verdade, boa parte do que é estudado dentro da Fisiologia e da Psicofisiologia concentra-se no estudo dos mecanismos de retroalimentação responsáveis pela manutenção da homeostase corporal.

Uma grande dúvida surge quando lidamos com organismos complexos como o ser humano, em que diversos sistemas têm sua função e papel isolado, mas também têm de trabalhar conjuntamente na manutenção da homeostase

do organismo. Como esses vários sistemas são coordenados? Existe algum tipo de sistema de controle? A resposta é afirmativa.

Na verdade, existem dois grandes sistemas de controle no organismo: o **Sistema Nervoso** e o **Sistema Endócrino**. Esses dois sistemas agem de maneira diferente, mas complementar. Em geral, o Sistema Nervoso controla os demais sistemas do organismo de maneira rápida, promovendo ajustes fisiológicos e comportamentais quase instantâneos diante das perturbações oriundas do meio externo e interno.

Já o Sistema Endócrino atua de forma mais lenta e duradoura, por meio de hormônios que são produzidos nas glândulas e lançados diretamente na circulação sanguínea. Esses dois sistemas são intimamente relacionados, e trabalham muitas vezes de forma bastante integrada. Devemos lembrar também que esses dois sistemas de controle agem sempre sobre outros sistemas fisiológicos, como o muscular, o cardiovascular, o respiratório, o digestório e o renal.

Como mencionado anteriormente, o Sistema Nervoso controla todo o funcionamento dos demais sistemas através em 03 níveis diferentes:

- Nível de controle comportamental/motor;
- Nível de controle homeostático/fisiológico;
- Nível de controle cognitivo/comportamental.

O **nível controle motor** é exercido pela musculatura esquelética. Um comando do Sistema Nervoso gera a contração muscular necessária. Andar, correr, mastigar, fugir de um predador ou caçar uma presa, procurar alimento são comportamentos e dependem de contração muscular para que possam ser realizados. Também devemos considerar os comportamentos de falar, escrever, dirigir, manipular objetos e mesmo o comportamento de ficar imóvel depende de controle motor exercido pelo Sistema Nervoso.

O **nível de controle homeostático ou fisiológico** está relacionado ao papel do Sistema Nervoso em controlar todos os demais sistemas fisiológicos, circulatório, respiratório, digestório, endócrino. Dessa forma o Sistema Nervoso mantém a homeostase das variáveis essenciais como pressão arterial, osmolaridade, glicemia, produção hormonal. A principal divisão do Sistema Nervoso responsável por tais processos é o Sistema Nervoso Autônomo agindo sobre nossa musculatura lisa dos órgãos e sobre as glândulas endócrinas.

O último nível de controle é o chamado **nível de controle cognitivo ou emocional.** É graças ao Sistema Nervoso que conseguimos pensar, sentir medo, raiva, prazer, vínculo afetivo, raciocinar, prever ações, tomar decisões.

Devemos lembrar que esses três níveis de controle se inter-relacionam na maioria das vezes. Quando sentimos calor, algumas respostas fisiológicas são desencadeadas, ao mesmo tempo também respostas comportamentais como procurar locais arejados, sombreados, roupas mais leves.

Para que o Sistema Nervoso possa exercer seu controle, ele precisa detectar as variáveis que devem ser controladas, monitorando o ambiente interno e externo através de receptores dos mais diversos tipos. As informações são então captadas pelos receptores e transformadas em sinais neurais, podendo assim, serem enviadas aos centros de integração, onde serão processadas. Após esse processamento, as respostas são elaboradas e executadas (figura 1.2).

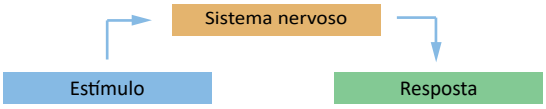


Figura 1.2 – Sistema Nervoso e a relação entre a detecção do estímulo e a elaboração da resposta.

As vias de entrada dos estímulos são denominadas vias aferentes e as vias de resposta que partem do Sistema Nervoso são denominadas vias eferentes.

O esquema a seguir mostra as principais vias de entrada (aferências) e vias de saída (eferências) do Sistema Nervoso (figura 1.3).

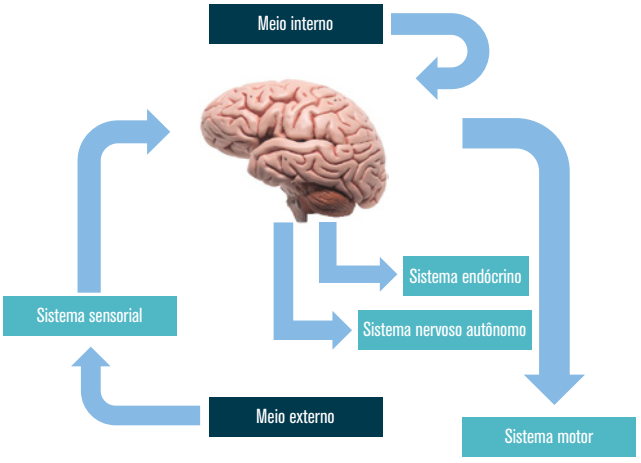


Figura 1.3 – Principais vias de entrada (aferências) e vias de saída (eferências) do Sistema Nervoso.

O nosso sistema sensorial detecta todas as formas de energia do ambiente externo e faz o processamento dos estímulos sensoriais. Esses estímulos são recebidos pelos receptores sensoriais, que fazem a interface do meio externo com o Sistema Nervoso (centro integrador de comando), transformando vários tipos diferentes de energia em impulsos nervosos. O funcionamento do nosso sistema sensorial ou somestésico será abordado mais adiante.

Mas não podemos nos esquecer que não existem apenas receptores externos na superfície do corpo, devemos destacara também os estímulos que são gerados no meio interno, como por exemplo, grau de distensão da parede de uma artéria ou concentração de CO_2 no plasma sanguíneo. Mas isso será abordado com detalhes nos próximos capítulos.

Desse modo, o Sistema Nervoso recebe os impulsos nervosos originados nos receptores sensoriais e possui 3 opções de resposta:

- Através do Sistema motor;
- Através do Sistema Nervoso Autônomo ou;
- Através do Sistema Endócrino.

O **Sistema Motor** é o responsável pelo controle da musculatura esquelética voluntária do corpo. Por isso, só haverá movimentação dos músculos se houver comando vindo do Sistema Nervoso Central. Retomando a análise dos níveis de controle do Sistema Nervoso, vemos que o Sistema Motor é o responsável pelo nível comportamental de controle.

A segunda opção de resposta é através do **Sistema Nervoso Autônomo**, ou neurovegetativo ou também denominado visceral. É o Sistema Nervoso Autônomo que responde pela musculatura lisa dos nossos órgãos, musculatura cardíaca e algumas glândulas do corpo. Ele é o responsável pela modulação de outros sistemas fisiológicos como circulatório, respiratório, excretor, digestório, por exemplo, controla o aumento ou diminuição da frequência cardíaca, respiratória, aumenta ou diminui os movimentos peristálticos do trato gastrointestinal.

E a terceira opção de resposta é através do **Sistema Endócrino**, que faz uso do chamado eixo hipotálamo-hipofisário como mediador de todos os processos de controle. O hipotálamo é uma estrutura do Sistema Nervoso Central, responsável pela produção de hormônios e fatores de regulação que atuam sobre a hipófise, uma das, senão a principal glândula endócrina do corpo. A hipófise, por sua vez, secreta hormônios que irão agir sobre diversas outras glândulas, como tireoide, suprarrenal, gônadas.

Assim é possível entendermos um pouco melhor essa relação entre Sistema Nervoso e Sistema Endócrino. Falaremos um pouco sobre Hipotálamo e Hipófise, mencionados no texto.

1.2.1 Hipotálamo

É uma estrutura de pequenas dimensões localizada na região do diencéfalo e que corresponde a menos de 1% do volume do cérebro, responsável por inúmeras funções fundamentais para a vida (figura 1.4).

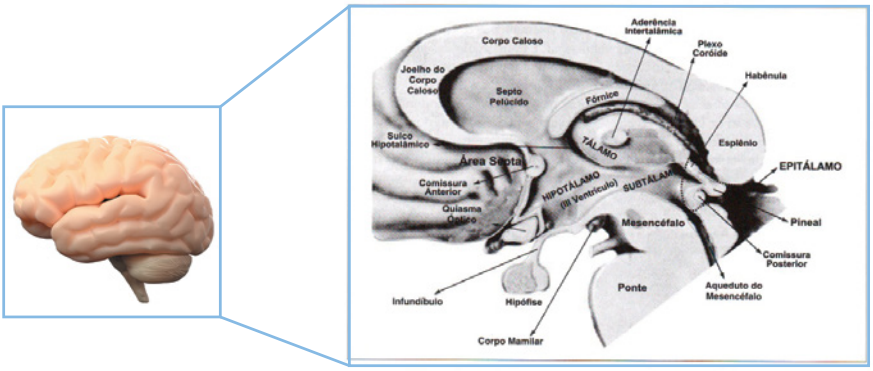


Figura 1.4 – Detalhe do encéfalo humano e em destaque a região do diencéfalo, mostrando a localização do hipotálamo. Fonte: Cortez & Silva, 2008.

Para fins didáticos, o hipotálamo pode ser dividido em quatro regiões: hipotálamo anterior, hipotálamo posterior, hipotálamo lateral e hipotálamo medial (Cortez & Silva, 2008). Conhecer as aferências e eferências do hipotálamo facilita a compreensão de suas diferentes funções como centro regulador.

Ao hipotálamo chegam fibras aferentes que conduzem informações somestésicas, viscerais, psíquicas e emocionais. Pelas fibras eferentes saem os comandos resultantes do processamento dos dados que chegaram até o hipotálamo.

Pode-se dizer que, de modo geral, o hipotálamo é o responsável por manter a **homeostase** do organismo, regulando vários processos metabólicos e comportamentais.

1.2.1.1 Regulação da temperatura

O hipotálamo anterior é sensível a aumentos de temperatura corporal e sendo acionado, dispara mecanismos de dissipação de calor, promovendo a vasodilatação periférica dos capilares cutâneos, estimulando as glândulas sudoríparas

e a sudorese. Já o hipotálamo posterior é sensível à diminuição da temperatura, e sendo acionado, promove a vasoconstricção periférica, evitando a perda de calor sanguíneo e, se não for o suficiente, provocando o tremor muscular, que aumenta o metabolismo e, consequentemente, a produção de calor.

1.2.1.2 Regulação da ingestão de alimentos

No hipotálamo lateral se encontra o centro da fome que controla o comportamento alimentar e no hipotálamo medial se localiza o chamado centro da saciedade, responsável pela inibição desse comportamento. Quando a glicemia cai, o centro da saciedade é inibido e o centro da fome é estimulado. Devemos lembrar que as emoções e os sentidos, como olfato, visão também podem ter influência no controle da fome e saciedade.

1.2.1.3 Manutenção do equilíbrio hídrico

A estimulação do hipotálamo anterior produz um estado de sede intensa, aumentando o consumo de água. O principal agente regulador da perda de água corporal é o ADH (hormônio antidiurético) produzido no hipotálamo e liberado pela neurohipófise. Quando a concentração do plasma sanguíneo aumenta, a produção de ADH também aumenta. Ele vai atuar nos rins aumentando a reabsorção de água nos túbulos renais, deixando a urina mais concentrada. Se a osmolaridade do plasma cai, a liberação do ADH é inibida e o excesso de água é eliminado pela urina. Algumas substâncias conhecidas pelo seu efeito diurético, como o álcool, inibem a produção do ADH e aumentam, consequentemente, a produção de urina. Falaremos novamente sobre o ADH mais adiante nesse mesmo capítulo.

1.2.1.4 Expressão emocional

O hipotálamo também tem papel no desencadeamento de emoções como raiva ou prazer e os centros de comando estão localizados nas porções medial e lateral do hipotálamo.

1.2.1.5 Controle do Sistema Nervoso Autônomo

As divisões do Sistema Nervoso Autônomo (componente Simpático e Parassimpático) também são controladas pelo hipotálamo. Regiões do hipotálamo anterior e medial controlam o sistema parassimpático causando, por exemplo: aumento do peristaltismo gastrointestinal, contração da bexiga, diminuição do ritmo cardíaco. E regiões do hipotálamo posterior e lateral controlam o sistema

simpático causando: diminuição do peristaltismo, aumento da frequência cardíaca e da pressão sanguínea.

1.2.1.6 Controle endócrino

O hipotálamo se relaciona diretamente com a hipófise através de dois mecanismos:

- Produção direta de hormônios que serão armazenados na hipófise;
- Ação química de substâncias denominadas fatores de regulação hipotalâmicos que controlam a produção dos hormônios da hipófise.

No que diz respeito à produção de hormônios, o hipotálamo é o responsável pela produção de ADH (hormônio antidiurético ou vasopressina) e oxitocina que são enviados e armazenados na neurohipófise. A ação desses e de outros hormônios será abordada a seguir. E pela ação dos fatores de regulação hipotalâmicos ocorre o controle da produção hormonal da adenohipófise ou hipófise anterior. E por isso a relação entre hipotálamo e hipófise determina um eixo funcional denominado eixo hipotálamo-hipofisário, de extrema importância na manutenção da homeostase do organismo.

1.2.2 Hipófise

A hipófise é uma glândula que tem como responsabilidade a integração de todo o sistema endócrino, ou seja, tem essencial importância no controle das secreções hormonais de todo o corpo. Situada na base do crânio, logo abaixo do hipotálamo e se conecta a ele por uma estrutura denominada infundíbulo da hipófise ou pedúnculo hipotalâmico, como mostra a figura a seguir (figura 1.5).

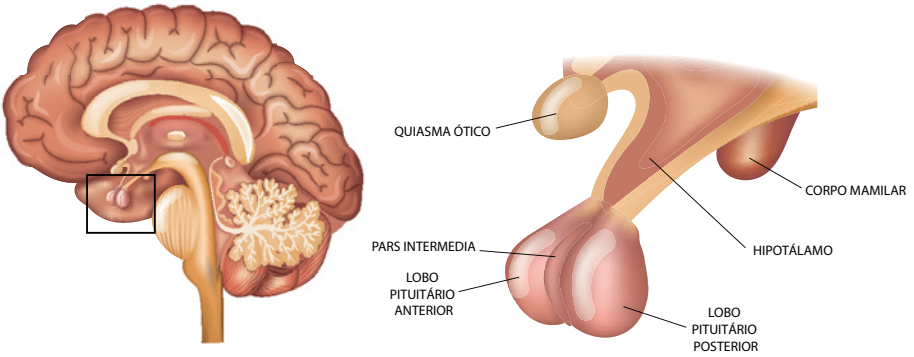


Figura 1.5 – A glândula hipófise e suas divisões.

Anatomicamente a hipófise é dividida em 03 regiões:

- Hipófise anterior ou adenohipófise;
- Hipófise intermediária;
- Hipófise posterior ou neurohipófise.

Porém, nos humanos, o lobo intermediário é rudimentar e muitas vezes nem mencionado pelos autores. Vamos nos concentrar, então, nos lobos anterior e posterior da hipófise e suas respectivas funções.

Antes de detalharmos as funções da hipófise e relação dela com o sistema endócrino vale destacar o que são **hormônios** e quais são suas principais funções no organismo.

Hormônios são substâncias produzidas por células endócrinas e secretadas na corrente sanguínea, sendo essas células endócrinas localizadas em glândulas. A medida que caem na corrente sanguínea, os hormônios são distribuídos por todo o corpo e vão exercer sua função em células que tenham receptores específicos, e são capazes de agir já em concentrações baixíssimas A ação de um hormônio no organismo é sistêmica e duradoura, permanecendo até que ele seja metabolizado.

As principais funções dos hormônios estão listadas na figura a seguir (figura 1.6).

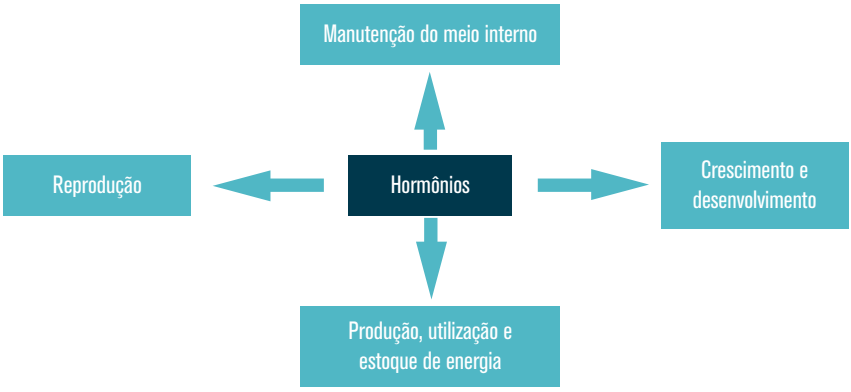


Figura 1.6 – Principais funções hormonais.

Existem hormônios hidrossolúveis que têm origem proteica e hormônios lipossolúveis que tem origem na molécula de colesterol. A título de curiosidade,

temos uma lista com os principais hormônios produzidos no corpo humano (tabela 1.2).

HORMÔNIOS PEPTÍDICOS	
Adrenocorticotrofina	ACTH
Ativina	-
Calcitonina	-
Fatores de crescimento insulina-símiles I e II	IGF
Glucagon	-
Hormônio do crescimento	GH
Hormônio folículo-estimulante	FSH
Hormônio liberador de gonadotrofinas	GnRH
Hormônio liberador de corticotrofina	GHRH
Hormônio liberador de hormônio do crescimento	TRH
Hormônio liberador de tireotrofina	TRH
Hormônio luteinizante	LH
Inibina	-
Insulina	-
Ocitocina	-
Faratormônio	PTH
Peptídeo natriurético atrial	ANP
Prolactina	PRL
Somatostatina	SS
Tireotrofina ou Hormônio estimulante da tireoide	TSH
Vasopressina ou Hormônio antidiurético	AVP ou ADH
HORMÔNIOS AMÍNICOS	
Adrenalina	-
Dopamina	DA
Noradrenalina	-
Tiroxina	T_4
Triiodotironina	T_2
HORMÔNIOS ESTEROIDES	
Aldosterona	-
Cortisol	-
Estradiol	E2
Progesterona	-
Testosterona	-

Tabela 1.2 – Principais hormônios do corpo todo. Fonte: Cury & Procopio, 2009.

Vale ressaltar que o controle da secreção dos hormônios no sistema hipotálamo-hipófise obedece ao mecanismo de retroalimentação negativa que estudamos anteriormente. Por meio de alças de retroalimentação negativa, os níveis plasmáticos desses hormônios são estritamente controlados, mantendo-se dentro de faixas fisiológicas adequadas, como vemos na figura 1.7, que

mostra o controle na produção dos hormônios da tireoide, realizado pelo eixo hipotálamo-hipofisário.

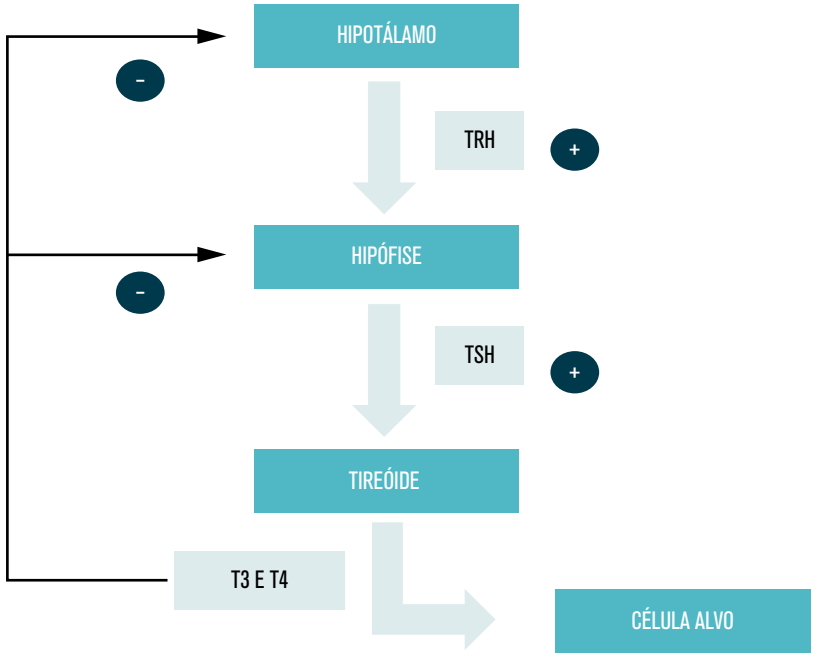


Figura 1.7 – Alça de retroalimentação responsável pela manutenção da produção dos hormônios tireoidianos.

Agora que entendemos o mecanismo de ação do eixo hipotálamo-hipofisário, é importante destacar quais são os hormônios produzidos e controlados por esse processo e onde esses hormônios agem no corpo.

Ao contrário da neurohipófise, a adenohipófise é uma verdadeira glândula endócrina, uma vez que produz, armazena e secreta hormônios na corrente sanguínea.

Os mais importantes são:

- **Prolactina;**
- **Hormônio do crescimento** (**GH**, *"growthhormone"*);
- **Hormônio estimulante da tireoide** (**TSH**, *"thyroidstimulatinghormone"*);
- **Hormônio adrenocorticotrófico** (**ACTH**, *"adrenocorticotropichormone"*);
- **Hormônio folículo estimulante** (**FHS**, *"foliclestimulatinghormone"*);
- **Hormônio luteinizante** (**LH**, *"luteinizinghormone"*).

1.2.2.1 Prolactina

Produzido pela adenohipófise e que estimula a produção e secreção de leite pelas células alveolares das glândulas mamárias, sendo que os níveis plasmáticos desse hormônio aumentam nas fases finais da gestação. Junto como estrogênio e a progesterona (hormônios sexuais ovarianos), a prolactina inicia e mantem a lactação, e também tem relação com a modulação de respostas imune e inflamatórias. A prolactina atua também na fisiologia orgânica, influenciando processos celulares como proliferação e diferenciação celulares.

1.2.2.2 Hormônio de crescimento (GH)

Também chamado de Somatotrofina ou Somatoprina um importante hormônio anabólico produzido pela adenohipófise. Embora seja secretado ao longo de toda a vida, é na puberdade em que observamos os maiores níveis plasmáticos desse hormônio. Seu papel está relacionado com o crescimento do corpo, tendo importância fundamental durante a infância (figura 1.8). Seus principais efeitos no organismo incluem a estimulação do crescimento ósseo, que ocorre até o fechamento das epífises ósseas e depois estimulando a síntese proteica ao longo de toda a vida.

O GH é secretado pela adenohipófise de maneira pulsátil, e sob condições normais, ocorrem picos plasmáticos de GH a cada 02 horas, sendo que o maior e mais importante desses picos de secreção ocorre nas primeiras horas de sono. O controle da secreção de GH é realizado pelo hipotálamo, por meio do **hormônio liberador do hormônio de crescimento** (GHRH) e do **hormônio inibidor do hormônio de crescimento** (GHIH). Além desses dois hormônios hipotalâmicos, a secreção de GH é influenciada por diversos estímulos neurais, hormonais, nutricionais e ambientais. Tanto o GH quanto os IGFs exercem efeito de retroalimentação negativa sobre o hipotálamo e a hipófise, inibindo, dessa forma, a produção de GH.

É importante lembrar que existem fatores estimulantes da produção de GH, e dentre eles podemos citar: sono, exercícios, hipoglicemia, dieta rica em proteínas, e estradiol (hormônio sexual feminino). Da mesma forma, existem fatores inibidores da secreção do hormônio: dieta rica em carboidratos e altas taxas de glicocorticoides (hormônio da suprarrenal).

Sob a ação do GH, os ossos ficam mais grossos e mais longos, a pele fica espessada e os tecidos moles – incluindo coração, fígado, a língua e os demais órgãos internos – aumentam de tamanho. Tem efeito também sobre o

metabolismo dos carboidratos e das gorduras, poupando carboidratos e promovendo a utilização das reservas de gordura, além de estimular o nosso sistema imune.

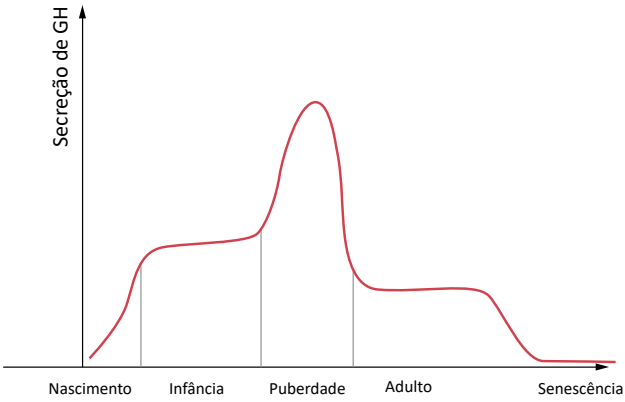


Figura 1.8 – Variação na taxa de secreção de GH durante a vida humana. Fonte: Cortez & Silva, 2009.

Em animais em fase de crescimento, aumento na produção do GH pode causar Gigantismo, por causa do seu efeito específico sobre as cartilagens epifisárias. Por outro lado, a deficiência de GH, nessa mesma etapa do desenvolvimento pode levar ao Nanismo. Se ocorrer após o fechamento das epífises, quando cessa a fase de crescimento, um aumento na produção de GH pode levar à Acromegalia, na qual são observados aumentos progressivos de partes da cabeça, face, pés e mãos.

SAIBA MAIS

Uma curiosidade: o personagem de desenho animado SHREK, sucesso em todo mundo provavelmente foi inspirado no francês Maurice Tillet. poeta, ator e lutador de luta livre profissional, conhecido como o nome de "assustador ogro dos ringues". Tillet sofria de Acromegalia e morreu aos 51 anos de idade. Conheça a história de Maurice Tillet no link: <http://deathmaskofmauricetillet-theangel.blogspot.com.br/2012/10/everything-maurice-tillet-french-angel.html>.

1.2.2.3 Hormônio tireoestimulante (TSH):

Hormônio secretado na corrente sanguínea também pela adenohipófise. A produção de TSH é promovida pela presença de **hormônio liberador de tireotrofina** (TRH), secretado pelo hipotálamo na circulação porta-hipofisária. A secreção, tanto de TSH quanto de TRH, é inibida pelos hormônios tireoidianos por uma alça de retroalimentação negativa, assim como os demais hormônios vistos. Além disso, diversos fatores internos e externos, como o frio, por exemplo, modulam a secreção desses hormônios. O TSH age na tireoide estimulando a produção dos hormônios tireoidianos T3 e T4 – triiodotironina e tiroxina, respectivamente. Esses hormônios estimulam a produção de GH, sendo, portanto, fundamental a manutenção de seus níveis adequados durante a infância. Os hormônios tireoidianos também estão diretamente envolvidos no controle da taxa metabólica basal, e possuem uma importante função termogênica (produção decalor). O T3 e o T4 são produzidos pelos folículos da glândula tireoide a partir do aminoácido tirosina e do iodo.

SAIBA MAIS

Em 1956, o presidente Juscelino Kubitschek assinou o decreto nº39.314, regulamentando a adição de iodo ao sal de cozinha no Brasil. Sabendo que o iodo é um precursor dos hormônios tireoidianos, podemos compreender a importância de tal decisão. Veja o decreto na íntegra no link: <http://legis.senado.gov.br/legislacao/ListaPublicacoes.action?id=171092>.

1.2.2.4 Hormônio adrenocorticotrófico (ACTH):

Hormônio também produzido na adenohipófise cuja secreção é provocada pelo hormônio liberador de corticotrofina (CRH), secretado pelo hipotálamo no sistema porta-hipofisário. O ACTH vai agir na porção cortical da suprarrenal ou adrenal, secretando o hormônio cortisol, conhecido como hormônio do estresse. Isso porque esse esteroide medeia uma série de reações fisiológicas em respostas a estímulos estressores ambientais. Animais que têm suas glândulas adrenais cirurgicamente removidas não são capazes de sobrevier a essas mudanças ambientais.

O padrão de secreção do cortisol em humanos segue um ritmo circadiano, tendo um pico de secreção pela manhã e uma redução durante a noite. Aqui, também observamos uma alça de retroalimentação negativa, em que o cortisol inibe a secreção de ACTH e CRH.

O hipopituitarismo envolvendo células produtoras de ACTH reduz o funcionamento da suprarrenal, tendo sintomas: fadiga, fraqueza muscular, perda de peso, queda de pressão arterial, anemia. A deficiência de ACTH tem de ser tratada, pois sua falta é incompatível com a sobrevivência. O hiperpituitarismo com produção excessiva de ACTH, resulta na hipersecreção de cortisol pela suprarrenal e o desenvolvimento do hipercortisolismo (síndrome de Cushing).

1.2.2.5 Hormônio folículo-estimulante e Hormônio Luteinizante (FSH E LH, respectivamente):

As gonadotrofinas – FSHe LH – produzidos na adenohipófise, assim como os demais citados acima, são hormônios regulados pela produção do hormônio liberador de gonadotrofina (GnRH) produzido pelo hipotálamo. E assim regula a produção dos hormônios sexuais (testosterona, estrógeno e progesterona) nas gônadas masculina e feminina. Nas mulheres, o padrão de secreção desses hormônios obedece a um ciclo de aproximadamente 28 dias, em que ocorre uma complexa interação entre essas substâncias por alças de retroalimentação negativas e positivas. Nos homens, a testosterona inibe constantemente a produção de GnRH e de gonadotrofinas. O papel desses hormônios sexuais será estudado no próximo capítulo.

O hipopituitarismo envolvendo a produção de FSH e LH tem sintomas semelhantes em homens e mulheres. Nas mulheres, antes da menopausa, a deficiência na produção desses hormônios causa oligomenorreia ou amenorreia, infertilidade, perda da libido e osteopenia. Nos homens, a deficiência na produção desses hormônios pode provocar disfunção erétil, diminuição na produção de esperma, infertilidade, hipogonadismo, perda da libido. Em ambos os casos, são feitas terapias de reposição hormonal.

No que diz respeito à neurohipófise, temos dois hormônios que merecem destaque, porém não são produzidos por ela.

1.2.2.6 Ocitocina:

Hormônio produzido no hipotálamo e posteriormente, armazenado e secretado pela neurohipófise ou hipófise posterior. A ocitocina possui importante função na reprodução. Ela é fundamental no momento do parto, pois induz a contração da musculatura lisauterina, provocando a expulsão do feto. Também participa do processo de amamentação, estimulando a contração da musculatura lisa das células das glândulas mamárias, provocando a ejeção do leite materno. Esse reflexo neuroendócrino é deflagrado pelo estímulo de sucção do

mamilo pelo bebê, que ativa receptores, gerando informação sensorial para o hipotálamo, que estimula a secreção de ocitocinana neurohipófise.

Recentemente, o papel da ocitocina na modulação do comportamento dos homens e de outros animais tem sido intensamente investigado. Esse hormônio parece exercer um importante efeito positivo em comportamentos pró-sociais, promovendo a cooperação entre os indivíduos. Também parece favorecer o vínculo afetivo entre mãe e filho. Por essa razão, esse neurohormônio tem recebido as alcunhas de "hormônio do amor e da confiança", ou "molécula da moralidade".

1.2.2.7 Vasopressina ou Hormônio antidiurético (ADH):

A vasopressina ou ADH exerce um importante papel na manutenção do volume dos líquidos corporais. Como já mencionamos, o ADH é produzido quando há uma diminuição do volume sanguíneo. Isso é detectado por células especializadas localizadas nos rins, que secretam em resposta um hormônio denominado *renina*, que, por sua vez, participa da formação de outras substâncias, chamadas *angiotensina I e angiotensina II*. Esta última irá agir no hipotálamo estimulando a secreção de vasopressina. Uma vez na corrente sanguínea, o ADH irá agir de volta nos rins, impedindo a formação de urina e promovendo a reabsorção de água nos túbulos renais – daí seu outro nome: hormônio antidiurético. Outro estímulo para a secreção do ADH é o aumento da concentração salina do plasma, detectada diretamente por células do SNC. A secreção de ADH nesses casos é acompanhada pela sensação de sede, e a ingestão de água ajuda a recomposição hídrica do organismo.

As síndromes neurohipofisárias são de extrema importância e estão relacionadas com a secreção de ADH. O diabete insípido ou neurohipofisário resulta da secreção deficiente de ADH e se caracteriza pela formação excessiva de urina. Na falta do ADH, os rins não realizam a reabsorção adequada de água, produzindo muita urina, podendo levar à perda de glicose também pela urina. A síndrome por secreção aumentada de ADH resulta na baixa concentração de sódio no sangue e hipervolemia pois o ADH aumenta a reabsorção de água nos túbulos renais, produzindo uma urina extremamente concentrada.

A figura 1.9 faz um resumo dos principais hormônios produzidos e secretados pela hipófise, local de ação e suas funções no organismo, mostrando também os mecanismos de retroalimentação ou *feedback* negativo, que agem no controle do sistema endócrino.

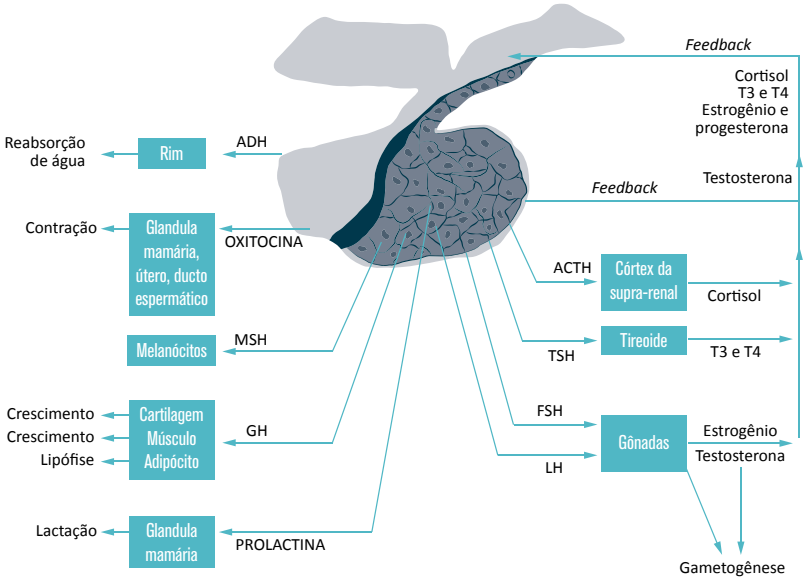


Figura 1.9 – Esquema mostrando os efeitos dos diversos hormônios hipofisário sobre tecidos e órgãos e algumas das alças de retroalimentação que atuam sobre a hipófise e o hipotálamo. Fonte: Cortez & Silva, 2009.

Assim, pudemos fazer uma breve descrição da anatomia da hipófise, suas relações com o hipotálamo. Discutimos a função de seus principais hormônios, formas de regulação e alguns aspectos sobre os distúrbios hipofisário, fechando, assim, nosso primeiro capítulo sobre Psicofisiologia, com destaque para o nosso Sistema de Controle fisiológico.

ATIVIDADES

01. Quais são as semelhanças entre o sistema de controle da temperatura humano e o sistema de controle de temperatura do saguão do hotel, como foi apresentado e discutido no texto?

02. Cite outros exemplos de sistemas de controle criados pelo homem, cujo funcionamento se assemelhe ao exemplo do saguão do hotel.

03. **Imagine a seguinte situação:** você está na casa de um amigo e sente sede após comer uma comida excessivamente salgada. Por isso, você caminha até a cozinha e bebe um copo d'água.

Dos níveis de controle apresentados no texto, quais estão envolvidos na situação descrita? Explique.

04. O Sistema Nervoso e o Sistema Endócrino não atuam de maneira independente um do outro. Esses sistemas atuam de maneira complementar, embora de maneiras distintas. Cite algumas diferenças entre as formas de comunicação e integração desses dois sistemas.

REFLEXÃO

Nesse primeiro capítulo abordamos alguns conceitos necessários para o entendimento dos princípios básicos do funcionamento do corpo humano. Entre eles, estão os conceitos de homeostase e retroalimentação. A percepção de que a manutenção do equilíbrio dinâmico (homeostático) do meio interno é essencial para a vida celular é de extrema relevância para estabelecer o vínculo entre a fisiologia humana e a saúde.

Foram apresentados os sistemas de controle – Sistema Nervoso Central e Sistema Endócrino – responsáveis pelo controle de todos os outros sistemas fisiológicos, que serão abordados nos próximos tópicos. Nesse capítulo, introduzimos o mecanismo de funcionamento do eixo hipotálamo-hipófise, enfatizando o controle de secreção hormonal do eixo hipotálamo-hipófise, e o papel dos hormônios produzidos nesse sistema.

No próximo capítulo discutiremos com mais detalhes o comportamento alimentar e comportamento reprodutivo, seus processos de regulação, fisiopatologias e alguns aspectos psicológicos associados. Vamos lá?

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AIRES, M.M. **Fisiologia**. Grupo GEN, editora Guanabara Koogan, 3.ed., 2008, 1352p.

CORTEZ, C.M.; SILVA, D. **Fisiologia aplicada à Psicologia.** Grupo GEN, editora Guanabara Koogan, 1.ed., 2008, 278 p.

CURY, R.; PROCOPIO, J. **Fisiologia Básica,** Grupo GEN, editora Guanabara Koogan, 1. ed. 2009, 399 p.

HAINES, D.E. **Neurociência Fundamental – para aplicações básicas e clínicas.** Elsevier editora LTDA., tradução da 3ª edição, 653 p.

MOURÃO Jr., C. A.; ABRAMOV, D. M. **Fisiologia Essencia**l. Grupo GEN, editora Guanabara Koogan, 1. ed. 2011, 399 p.

2

Comportamento alimentar e comportamento reprodutivo

2. Comportamento alimentar e comportamento reprodutivo

Alimentação e nutrição: qual é a diferença? Quando nos deparamos com uma pergunta dessa, imaginamos que são sinônimos, mas não são. Vamos analisar o significado dos dois termos.

Alimentação é um ato voluntário, que depende totalmente da vontade do indivíduo e é ele quem escolhe o alimento para o seu consumo. A alimentação envolve a quantidade, o tipo de alimento, as preferências alimentares da pessoa, forma de obtenção e preparação do alimento. Devemos considerar também o horário em que realizamos a alimentação.

Nutrição é um ato involuntário, que não depende da vontade do indivíduo. Começa quando o alimento é levado à boca. A partir desse momento, quem entra em ação é o sistema digestório, realizando a quebra da do alimento até a absorção dos nutrientes, que são os componentes dos alimentos, e esses componentes são muito importantes para a nossa saúde.

O comportamento alimentar envolve tanto a alimentação como a nutrição. E nesse capítulo vamos conhecer um pouco mais sobre comportamento alimentar e também sobre o comportamento reprodutivo.

Preparados?

OBJETIVOS

- Compreender o funcionamento do comportamento alimentar, sua regulação a longo e curto prazo;
- Analisar os aspectos psicológicos do ato de comer. Diferenciar o Gostar e o Querer;
- Conhecer algumas fisiopatologias relacionadas à alimentação: anorexia, bulimia e obesidade;
- Compreender o funcionamento do comportamento reprodutivo, diferenças entre os gêneros;
- Analisar o controle hormonal da reprodução e as bases neurais dos comportamentos;
- Discutir conceitos sobre orientação sexual (homossexuais e heterossexuais).

2.1 Comportamento alimentar

2.1.1 Conceitos fundamentais

Para iniciarmos nossa discussão sobre o comportamento alimentar e seus fatores de regulação, é importante destacarmos o que é nutrição.

Nutrição é a soma de todos os processos pelos quais os organismos captam e transformam todas as substâncias necessárias para o funcionamento normal do organismo.

Para que ocorra a nutrição os organismos devem se alimentar, já que não somos capazes de sintetizar nossos próprios nutrientes. Somos, portanto, organismos heterotróficos. Através da alimentação, obtemos a matéria e energia para repor as perdas, que são obrigatórias, manter a integridade estrutural corporal e até criar excedentes, que permitam períodos de crescimento corporal. Podemos dizer que nossa alimentação é um processo contínuo desde a nossa concepção até o nascimento. A partir do nascimento, passamos a alternar entre períodos de ingestão de alimentos e períodos de jejum, quando fazemos uso das nossas reservas energéticas.

Podemos agrupar todos os processos relacionados com a nutrição em 03 grupos principais:

- A alimentação;
- O metabolismo;
- A excreção.

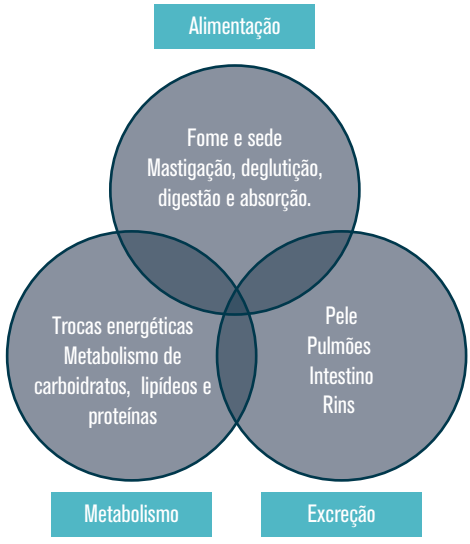


Figura 2.1 – Componentes principais associados à nutrição.

Devemos lembrar que os três componentes são simultâneos e qualquer um deles que saia da homeostase (já estudamos no primeiro capítulo) pode levar ao desenvolvimento de alguma patologia.

Antes de analisarmos especificamente os mecanismos de regulação da ingestão de alimento é importante fazermos uma revisão acerca dos componentes do sistema digestório e do processo de digestão dos alimentos.

2.1.2 Química dos nutrientes

O corpo humano necessita de oxigênio, água e nutrientes para sobreviver. Quando nos alimentamos, esses nutrientes são digeridos e absorvidos no caminho percorrido dentro do trato digestório. Digestão é o nome que se dá ao processo de quebra química e mecânica desses nutrientes. A digestão mecânica tem início com o processo de mastigação na boca e, continua, por meio de movimentos coordenados, ao longo do trato digestório. A digestão química é realizada como ajuda de enzimas que são secretadas por células exócrinas da parede do tubo digestório e de órgãos anexos.

Os nutrientes de que o organismo necessita são divididos em macro e micronutrientes. Os macronutrientes são necessários em grandes quantidades e são formados por biomoléculas – carboidratos, lipídeos e proteínas. Eles serão usados para constituir os tecidos corporais, para fornecer energia para o organismo, e diversas outras funções. Os micronutrientes também são essenciais, porém, necessários em quantidades muito pequenas, incluindo os sais minerais e vitaminas. Como exemplo de macronutrientes, temos:

Carboidratos: estão presentes em diversos alimentos, como doces, cereais, massas. Eles são a primeira fonte de energia para o organismo, sendo que a metabolização de 1g de glicose fornece 4,1 kcal de energia. E os carboidratos correspondem a 2 a 3% da massa corporal total.

Lipídeos: os mais abundantes do organismo são os triglicerídeos, que são armazenados principalmente no tecido adiposo, e são a principal fonte de reserva de energia do nosso corpo. Cada grama metabolizado produz 9,3 kcal de energia. Os lipídeos correspondem a mais ou menos 20% da massa corporal de um adulto magro, lembrando que esse valor pode variar em função da idade e do sexo.

Proteínas: correspondem a cerda de 20% de um adulto magro, valor que também pode sofrer variações. As proteínas exercem diversas funções no organismo, como enzimas, proteínas transportadoras, moléculas de defesa,

reguladoras, proteínas contráteis da musculatura, proteínas de membrana ou proteínas estruturais. Na ausência de glicose e lipídeos, as proteínas são usadas para obtenção de energia, sendo que 1 g de proteína fornece 4,1 kcal de energia.

2.1.3 Anatomia do sistema digestório

O sistema digestório é constituído de um longo tubo denominado trato gastrointestinal ou canal alimentar, que se estende da boca até o ânus (figura 2.2). Algumas estruturas acessórias participam do processo de digestão, auxiliando na trituração, umidificação, secreção de substâncias (tabela 2.1).

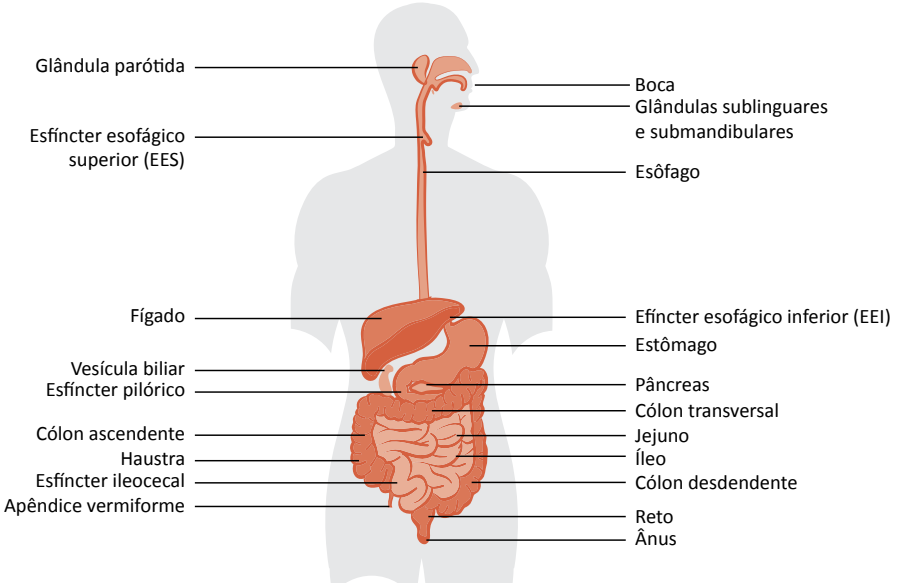


Figura 2.2 – Principais estruturas do trato digestório. Fonte: Aires, 2012.

TRATO GASTROINTESTINAL	ESTRUTURAS ACESSÓRIAS
Boca	Dentes
Faringe	Língua
Esófago	Glândulas salivares
Estômago	Fígado
Intestino delgado	Vesícula biliar
Intestino groso	Pâncreas
Reto	
Ânus	

Tabela 2.1 – Principais estruturas do trato digestório e estruturas acessórias.

A fisiologia digestória depende de 05 processos diferentes que acontecem enquanto os alimentos percorrem o trato gastrointestinal (figura 2.3):

- Motilidade;
- Secreção;
- Digestão;
- Absorção;
- Defecação.

Durante o percurso todo, são secretadas água, íons, enzimas digestivas na luz do canal alimentar. Quem faz todo o controle das funções relacionadas à motilidade e secreção são o Sistema Nervoso e o Sistema Endócrino.

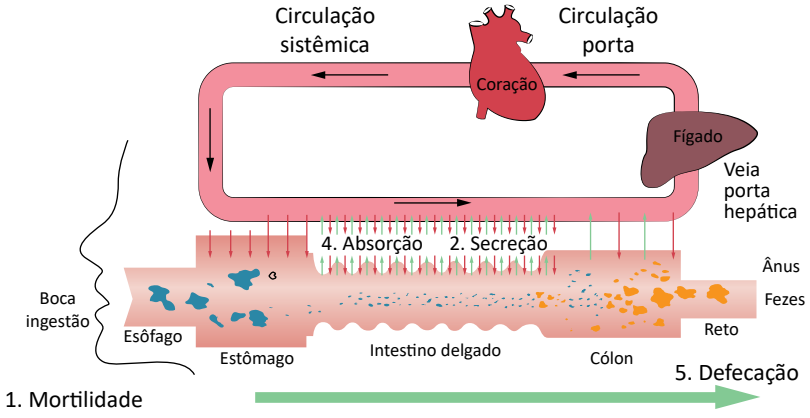


Figura 2.3 – Os cinco processos básicos do sistema digestório. Fonte: Aires, 2012.

A digestão dos alimentos tem início na boca, com a trituração e mistura dos alimentos através da mastigação. A saliva misturada ao bolo alimentar é secretada pelas glândulas salivares. A saliva tem a função de lubrificação da boca, proteção dos dentes e início da digestão química dos carboidratos com o auxílio da amilase salivar.

O esôfago não há secreção de nenhuma enzima, há apenas movimento peristáltico para empurrar o bolo alimentar em direção ao estômago.

O estômago armazena o bolo alimentar, que quando misturado ao conteúdo ácido estomacal, recebe o nome de quimo. O principal processo de digestão

química que acontece no estômago é a ação do HCl e da pepsina sobre as proteínas. E o próximo passo da digestão acontecerá no intestino delgado.

É no intestino delgado que termina o processo de digestão dos macronutrientes, e também onde ocorre o processo de absorção dos produtos desse processo. A digestão no intestino é realizada pela bile (digestão e absorção de gorduras), produzida no fígado e armazenada na vesícula biliar, pelo suco pancreático e enzimas presentes na parede da mucosa intestinal. O suco pancreático tem função de neutralizar a acidez do quimo vindo do estômago e de finalizar a digestão de carboidratos, proteínas e gorduras através de enzimas específicas.

A absorção da maior parte da água secretada ao longo do trato gastrointestinal, bem como dos produtos de digestão vai ocorrer no intestino delgado, auxiliado pela grande superfície de contato da mucosa intestinal, com suas vilosidades e microvilosidades, aumentando em até 600 vezes a área de superfície absortiva do intestino.

Após a absorção, os produtos da digestão são enviados aos capilares presentes nas vilosidades intestinais, capilares esses que formarão a veia porta hepática, que leva sangue venoso ao fígado. Aí as diversas substâncias serão metabolizadas pelo fígado antes de serem distribuídas para o resto do organismo. Os lipídeos absorvidos vão para os capilares linfáticos, para posteriormente serem despejados na corrente sanguínea.

No intestino grosso ocorre a parte final da absorção de água (cerca de 1 litro) e, algumas bactérias presentes nessa região fazem a fermentação de carboidratos e proteínas, cujos produtos formados são ali absorvidos.

2.2 Comportamento da digestão e comportamento alimentar

Por que sentimos fome? Por que sentimos saciedade? Como se dá a regulação do nosso comportamento alimentar?

São questões complexas e que se relacionam com a motivação psicológica para comer. Um dos aspectos relevantes é o relativo ao prazer de comer, que ocorre pelo sabor, aroma e da visão dos alimentos, além do ato de comer propriamente dito.

Outro aspecto é o da redução de impulso: a satisfação de um desejo, ou seja, comemos porque estamos com fome e desejamos/precisamos de alimentos.

Temos diversas particularidades associadas ao comportamento alimentar, por exemplo, nem sempre comemos quando estamos com fome, ou muitas vezes comemos só porque estamos em horário de almoço. E o nosso paladar também depende da cultura na qual estamos inseridos. Podemos nos influenciar por comerciais de televisão e assim vemos que os aspectos socioculturais têm uma participação importante e considerável na regulação da nossa ingestão de alimentos.

Período prandial: quando consumimos uma refeição e imediatamente após este consumo, ocorre a reposição das reservas energéticas em nosso corpo, este processo é conhecido como **período prandial** e a energia pode ser armazenada de duas formas em nosso organismo: na forma de **Glicogênio**, sendo que as reservas de glicogênio possuem uma capacidade limitada e são encontradas principalmente no fígado e no músculo esquelético. Assim que essas reservas começam a baixar sentimos necessidade de repô-las, o que chamamos de fome. Ou armazenamos energia na forma de **triglicerídeos**, que possuem uma capacidade virtualmente ilimitada, sendo encontrados no tecido adiposo. Dizemos virtualmente ilimitada, pois, em condições de equilíbrio em nosso organismo, elas não serão utilizadas em sua totalidade, sempre existindo uma boa quantidade disponível para situações.

Chamamos de **anabolismo** ou metabolismo anabólico, o período do estado prandial onde ocorre síntese das macromoléculas (glicogênio e triglicerídeos) a partir de precursores simples. Esse fenômeno é responsável pela transformação da energia disponível nos alimentos que ingerimos em moléculas que podem ser armazenadas em nosso corpo para uso cotidiano.

Estado pós-absortivo: Período de jejum entre as refeições, neste estado o glicogênio e os triglicerídeos que foram armazenados são fragmentados, fornecendo um suprimento de energia como combustível para o funcionamento das células de nosso corpo: glicose e ácidos graxos para todas as células.

Chamamos de **catabolismo** o estado pós-absortivo, representando o processo de quebra das macromoléculas (glicogênio e triglicerídeos). Representa o oposto do anabolismo. Caso a ingestão e o armazenamento de energia exceder consistentemente a utilização haverá um aumento da quantidade de gordura corporal, levando à **obesidade**.

No entanto, se a ingestão de energia falhar consistentemente em alcançar as demandas corporais haverá perda de tecido adiposo, levando em situações extremas à **inanição.**

Existem diversas teorias para explicar a manutenção da nossa homeostase alimentar. Algumas delas assumem que o nível de glicose citoplasmática é o gatilho para estimular a fome ou a saciedade. Essa visão é conhecida como hipótese glicostática, e segundo ela, a diminuição da glicemia ativaria o centro da fome, enquanto o seu aumento ativaria o centro da saciedade.

Outras visões defendem a hipótese lipostática, onde os níveis das reservas de lipídeos no organismo regulam nosso comportamento alimentar.

Acredita-se que ambas estejam corretas, e que não haja uma única variável responsável pelo controle da ingestão de alimentos.

O hipotálamo, estrutura do Sistema Nervoso Central já mencionada no capítulo anterior, parece ser o principal centro integrador do comportamento alimentar, por já existirem inúmeros estudos relacionando áreas do hipotálamo lateral e medial com os centros da fome e da saciedade. As evidências mais atuais apontam para a participação de uma tríade de estruturas:

- Tronco encefálico;
- Hipotálamo;
- Regiões límbicas do córtex cerebral.

Segundo CAMBRAIA (2004), o hipocampo também tem sido apontado como tendo participação no controle da alimentação. Além de suas funções essenciais nos processos de aprendizagem e memória, também apresenta funções de motivação para o consumo de alimentos.

A mesma autora mostra que são observadas alterações do apetite nas várias fases do ciclo reprodutivo e, nas fêmeas, nos períodos gestacional e lactacional, com maior consumo de alimentos. Sabe-se também que as dietas podem afetar a secreção de hormônios e eles terão influência no comportamento.

Trataremos agora dos mecanismos de regulação da ingestão de alimento em 02 grupos: mecanismos de curto prazo e de longo prazo.

2.2.1.1 Mecanismos de curto prazo

Mecanismos de curto prazo são aqueles que atuam alguns minutos antes ou após o início de uma refeição. Eles incluem fatores neurais e hormonais que sinalizam tanto a fome quanto a saciedade (figura 2.4).

Fome

Grelina: conhecida como hormônio da fome por sua ação estimulando o apetite (LANDEIRO & QUARANTINI, 2011). É produzida na mucosa gástrica quando o estômago está vazio. A grelina age no hipotálamo estimulando o centro da fome, e dessa forma, além de estimular a ingestão de alimento, também estimula as secreções digestivas e a motilidade gástrica.

Saciedade

Distensão gástrica: distensão da parede do estômago ocorre com a chegada do alimento e estimulada por mecanorreceptores presentes ali. Regiões do tronco encefálico recebem a informação e as transmitem para o hipotálamo, inibindo a fome.

CCK: colecistocinina (CCK) produzida por células da mucosa do intestino delgado em resposta à presença do alimento. Também tem ação no Sistema Nervoso Central inibindo a fome.

PYY: um peptídeo chamado YY que também tem ação de inibir a fome, produzido nas porções finais do intestino delgado e no cólon em resposta à passagem do alimento. Sua produção é estimulada pela presença do alimento, principalmente gorduras.

GLP-1: peptídeo semelhante ao glucagon, secretado também pelas porções finais do intestino delgado e cólon em resposta à passagem do alimento.

Insulina: hormônio produzido no pâncreas em resposta ao aumento da glicemia que ocorre logo após uma refeição. Ela é utilizada no transporte da glicose para quase todas as células do corpo, a exceção são os neurônios que não precisam deste intermediador para receber esse nutriente. É fundamental para o anabolismo e também para o catabolismo, com a liberação da glicose de seus sítios de armazenamento, captação por outras células do organismo e sua utilização como combustível. Uma vez na corrente sanguínea, a insulina age no hipotálamo promovendo a saciedade. Desta forma, os níveis de glicose no sangue estão inversamente relacionados aos níveis de insulina, ou seja, muita insulina circulante retira a glicose da corrente sanguínea e a direciona para as células. Pode-se dizer que os níveis de insulina estão diretamente relacionados com as fases da alimentação.

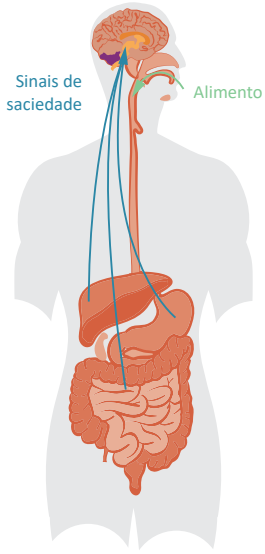


Figura 2.4 – Mecanismos de regulação do comportamento alimentar – mecanismos de curto prazo. Fonte: Connors et al., 2002.

Mecanismos de longo prazo

Esses mecanismos atuam no intervalo de várias horas ou até dias. O principal sistema de controle de longo prazo envolve uma substância produzida pelo tecido adiposo, denominada **leptina.**

Leptina: quanto mais tecido adiposo, mais leptina é produzida. Ela atua principalmente no hipotálamo promovendo a diminuição do apetite e aumentando o gasto energético. A longo prazo, isso ocasiona diminuição do tecido adiposo e, consequentemente, da leptina.

A descoberta recente sobre todos esses peptídeos envolvidos na regulação do comportamento alimentar nos mostra que todas elas atuam de maneira conjunta e que, provavelmente, devem existir outros fatores de regulação ainda não estudados.

Dopamina e serotonina: Alguns neurotransmissores possuem papel importante para nosso comportamento alimentar.

Dopamina: A dopamina, por exemplo, está relacionada com a estimulação do sistema dopaminérgico límbico. Por exemplo, quando um animal consome um determinado alimento que considera muito saboroso, haverá a liberação de dopamina no encéfalo, o que causa a sensação de prazer. Isso fará com que

o animal busque novamente este alimento de modo a repetir a mesma sensação prazerosa.

Serotonina: Os níveis do neurotransmissor Serotonina no Hipotálamo permanecem baixos, durante o período pós-absortivo, aumentando em antecipação à chegada de alimento, com pico de liberação durante uma refeição, especialmente em resposta aos carboidratos. Na depressão, por exemplo, a serotonina é encontrada em níveis reduzidos no Sistema Nervoso Central, o que pode explicar a sensível melhora do humor quando pacientes consomem alimentos que levam ao aumento dos níveis encefálicos de serotonina, como tortas, bolos e chocolates. De modo geral, carboidratos são os alimentos que mais elevam os níveis de serotonina no Sistema Nervoso porque a serotonina é produzida a partir do aminoácido triptofano, presente nos alimentos que ingerimos cotidianamente, principalmente aqueles que são ricos neste tipo de nutriente.

2.2.2 Regulação do processo de digestão

Existem diversos sinais hormonais e neurais envolvidos na regulação do processo de digestão. Esses sinais regulam a motilidade do trato gastrointestinal e a secreção de diversas substâncias envolvidas na fase de digestão química dos alimentos.

Quanto ao Sistema Nervoso, dois componentes estão diretamente envolvidos:

- Sistema Nervoso Somático;
- Sistema Nervoso Autônomo.

O Sistema Nervoso Somático participa do controle da mastigação, deglutição e da fase voluntária da defecação. Já o Sistema Nervoso Autônomo é o responsável pelo controle da maior parte das ações da digestão, envolvendo suas três subdivisões: Sistema Nervoso Simpáticos, Parassimpático e Entérico.

São apontados 2 tipos de reflexos envolvidos no controle neural da digestão:

Reflexos de alça curta

Envolve apenas neurônios do sistema entérico. Os receptores se localizam na parede do trato gastrointestinal e que conduzem a informação para neurônios do plexo submucoso ou neurônios mioentéricos.

Reflexos de alça longa:

A informação sensorial é coletada pelos receptores no trato gastrointestinal e enviada para neurônios do Sistema Nervoso Central. E aí, a resposta é conduzida para a divisão Simpática ou Parassimpática do Sistema Nervoso Autônomo.

Sendo assim a divisão Simpática inibe a digestão, tanto a motilidade do trato gastrointestinal como as secreções. A divisão Parassimpática estimula o processo digestivo por meio da secreção de acetilcolina, um dos neurotransmissores do Sistema Nervoso.

O processo da digestão pode ser dividido em 03 fases principais:

- Fase cefálica;
- Fase gástrica;
- Fase intestinal.

2.2.2.1 Fase cefálica

Essa fase tem início antes da comida entrar em contato com a boca. Estímulos visuais e olfativos já disparam reflexos de alça longa que estimulam o Sistema Parassimpático que tem como ação a estimulação das glândulas salivares e do trato gastrointestinal como um todo, aumentando a motilidade e as secreções, preparando o organismo para a chegada do alimento. Podemos tomar como exemplo o fato de salivarmos apenas imaginando uma deliciosa refeição ou uma sobremesa.

Não boca o alimento vai sofrer o processo de mastigação, triturando o alimento e misturando-o com a saliva. Trata-se do processo de digestão mecânica. A mastigação é um ato reflexo controlada pelo tronco encefálico e composta de movimentos cíclicos, mas também tem um componente voluntário pois é possível interromper o processo de mastigação e depois reiniciá-lo.

Deglutição é o nome que se dá à passagem do alimento da boca para o estômago, passando pelo esôfago, por meio de ondas peristálticas.

2.2.2.2 Fase gástrica

Os reflexos de alça longa já estimulam a atividade do estômago na fase cefálica. Assim, quando o bolo alimentar entra em contato com a mucosa gástrica, outros reflexos são desencadeados, aumentando as secreções e a motilidade gástrica.

Em combinação a isso, um reflexo de alça curta faz com que a presença de peptídeos na luz do estômago estimule ainda mais a secreção de gastrina, e, assim, provoca aumento da secreção de HCl pelas células da parede do estômago. A presença de ácido na luz do estômago estimula as células parietais a secretarem pepsinogênio, que será convertido em pepsina, provocando a digestão química das proteínas no estômago. E a velocidade do esvaziamento do estômago e envio do bolo alimentar (quimo) para o duodeno é controlada pelo Sistema Nervoso Autônomo e por hormônios secretados na parede do trato, como a gastrina e a colecistocinina (CCK) já mencionados anteriormente.

2.2.2.3 Fase intestinal

Essa fase tem início quando o quimo atinge o intestino delgado. A presença de alimento no duodeno estimula vários reflexos que irão controlar o esvaziamento gástrico e secreção dos conteúdos pancreático e biliar.

A secreção do suco pancreático é regulada pelo Sistema Nervoso Autônomo (divisão Simpática inibe e a Parassimpática estimula) e pelos hormônios CCK e secretina. A CCK age no Sistema Nervoso Central inibindo o apetite, diminuindo a motilidade gástrica e estimulando a produção da bile pelo fígado e posterior contração da vesícula biliar para expulsão da bile no duodeno. A secretina, por sua vez, promove a secreção de água e bicarbonato pelas células dos dutos pancreáticos (figura 2.5).

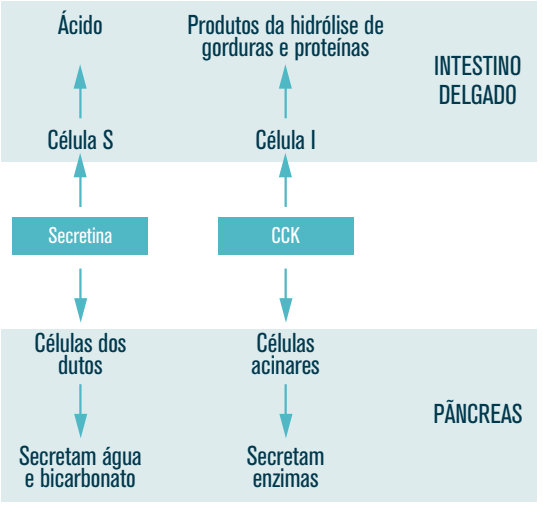


Figura 2.5 – Papel da colecistocinina (CCK) e da secretina no controle das secreções pacreáticas.

Os movimentos do intestino grosso que empurram o material resultante da digestão em direção ao ânus são denominados de movimento de massa e ocorrem de 1 a 3 vezes por dia. A presença de material fecal no reto causa a distensão de sua parede, disparando o chamado reflexo da defecação, controlado por neurônios parassimpáticos localizados na região sacral da medula espinhal.

2.2.3 Mecanismos fisiopatológicos

Bulimia: Definida como síndrome de acessos repetidos de hiperfagia e preocupação excessiva com relação ao controle do peso corporal conduzindo a uma alternância de hiperfagia e vômitos ou uso de purgativos (laxantes ou diuréticos).

A **bulimia** pode levar a várias disfunções como:

- Perda do esmalte dentário;
- Cáries dentárias;
- Arritmias cardíacas;
- Rupturas de esôfago;
- Rupturas gástricas;
- Problemas renais.

Anorexia nervosa: Definida, de uma forma geral, como falta fisiopatológica de apetite, acompanhada de uma aversão à comida e incapacidade em comer. Essa perda ou ausência de apetite apresenta aspectos mais complexos, como um comportamento dirigido à perda de peso, medo intenso da obesidade e perturbação da imagem corporal. Pode evoluir até a morte. É uma doença psiquiátrica que demanda cuidados médicos específicos. Em geral o quadro acompanha uma desnutrição de grau variável, acompanhada de modificações endócrinas e metabólicas secundárias e de perturbações das funções fisiológicas. Os sintomas incluem restrição das escolhas alimentares, prática excessiva de exercícios físicos, vômitos provocados e a utilização de laxantes, anorexígenos e de diuréticos.

A **anorexia** pode levar a várias disfunções como:

- Anemia leve;
- Função hepática prejudicada;
- Pele ressecada;
- Problemas Renais;
- Desidratação;
- Constipação;

- Problemas cardiovasculares;
- Diminuição da massa óssea;
- Colesterol elevado;
- Intolerância ao frio.

Obesidade: caracteriza-se pelo acúmulo excessivo de reservas de gordura no organismo devido a diversos fatores (peso corporal aumentado em mais de 10 a 15% do esperado para um determinado indivíduo).Pode ter diversas origens, como, por exemplo, a predisposição familiar (genética), comportamental, psicológica, estresse, privação do sono, uso de depressivos, redução do tabagismo, convivência com obesos, gravidez tardia.

A **obesidade** pode levar a várias disfunções como:

- Doenças cardiovasculares;
- Hepatite;
- Diabetes;
- Apneia Obstrutiva do Sono;
- Osteoartrite;
- Câncer.

A prevalência de sobrepeso e obesidade vem atingindo índices cada vez mais alarmantes em todo o mundo. No Brasil, o maior número de casos de obesidade é registrado nas regiões mais industrializadas do país, portanto onde potencialmente ocorre maior exposição da população aos fatores externos causadores de alterações endócrinas.

2.3 Comportamento reprodutivo

Sexo: Refere-se ao DNA, a estrutura cromossômica do indivíduo. O sexo da pessoa é determinado geneticamente: um conjunto de 46 cromossomos, sendo 02 deles os nossos cromossomos sexuais, cujas representações são: XX para o sexo feminino e ou XY para o sexo masculino. Essa determinação genética não considera o comportamento do indivíduo. Conformações particulares anatômicas e fisiológicas distinguem machos de fêmeas ou o masculino do feminino, nos animais e nos vegetais, atribuindo-lhes um papel determinado na geração, e conferindo-lhes certas características distintivas.

Gênero: É uma construção social, onde as sociedades definem o que consideram ser um comportamento adequado às mulheres, ou seja, ao feminino, e o comportamento adequado aos homens, ou seja, ao masculino. Considera a biologia, o comportamento, a cultura, a autodeterminação, as expectativas sociais, a genética e os hormônios. É definido através das diversas características biológicas e atributos que distinguem um macho de uma fêmea, incluindo a natureza dos cromossomos sexuais, a anatomia das gônadas e os órgãos genitais. As características sexuais de um ser humano são transmitidas geneticamente pelo resultado da combinação do par de cromossomos que determina o sexo, ou seja, através da reprodução sexuada.

A reprodução humana consistem em eventos biológicos essenciais para a preservação da espécie e que envolve mecanismos fisiológicos complexos nas estruturas formadoras dos sistemas reprodutores masculino e feminino.

Existem semelhanças morfofuncionais entre algumas estruturas dos dois sistemas, pelo fato de derivarem do mesmo tecido embrionário durante o desenvolvimento. As gônadas são responsáveis pelo processo de gametogênese em ambos os sexos. E os gametas femininos, os oócitos e os gametas masculinos, os espermatozoides, são os responsáveis pelo conteúdo genético para a formação de um novo indivíduo.

2.3.1 Estruturas do sistema reprodutor masculino

As estruturas principais do sistema reprodutor masculino são:

- Testículos, sistema de ductos (ducto deferente, ducto ejaculatório e uretra);
- Glândulas sexuais acessórias (vesícula seminal, próstata e glândula bulbouretral);
- Estruturas de suporte (bolsa escrotal e pênis).

Testículos são as gônadas masculinas responsáveis pela produção dos gametas (espermatozoides) e secreção de hormônios. Os gametas são armazenados e transportados pelos ductos recebendo secreção das glândulas acessórias para sua proteção e nutrição, além de facilitarem seu trajeto. E a transferência dos espermatozoides para o sistema reprodutor feminino durante o ato sexual ocorre com auxílio do pênis (figura 2.6).

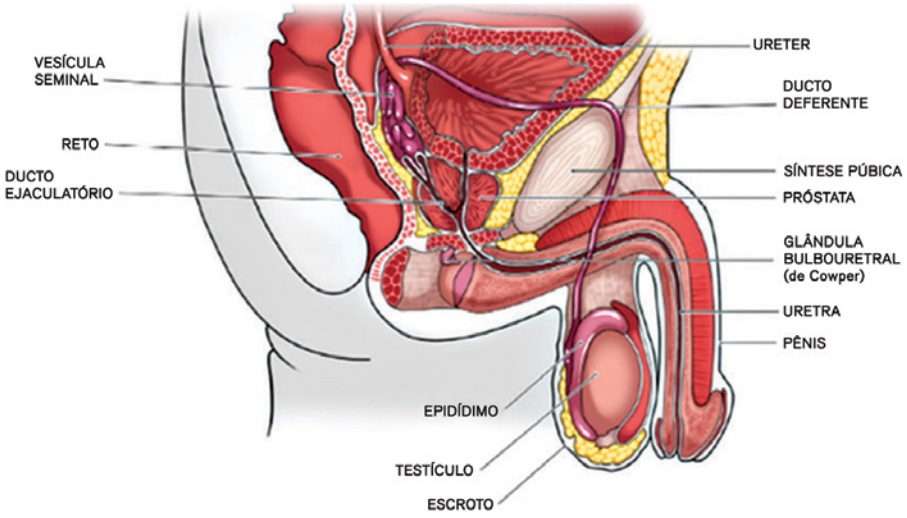


Figura 2.6 – Estruturas do sistema reprodutor masculino..

2.3.1.1 Controle hormonal da função reprodutora masculina

A reprodução é controlada, na maior parte, pela secreção de vários hormônios que atuam na diferenciação dos órgãos reprodutores, na produção de gametas, ciclo reprodutor, liberação de outros hormônios, desenvolvimento de caracteres sexuais secundários e também no comportamento sexual. Esses hormônios são produzidos ou tem a sua produção controlada pelo hipotálamo e pela hipótese.

O hipotálamo secreta o hormônio liberador de gonadotrofina (GnRH), que estimula a hipófise anterior a secretar 02 hormônios gonadotróficos:

- Hormônio Folículo Estimulante ou FSH
- Hormônio Luteinizante ou LH

Esses hormônios atuam diretamente nos testículos controlando a espermatogênese e a produção de hormônios esteroides. Esses hormônios trabalham com mecanismo de feedback negativo, onde o aumento dos níveis de LH e FSH inibe a secreção tanto de GnRH quanto de FSH (figura 2.7).

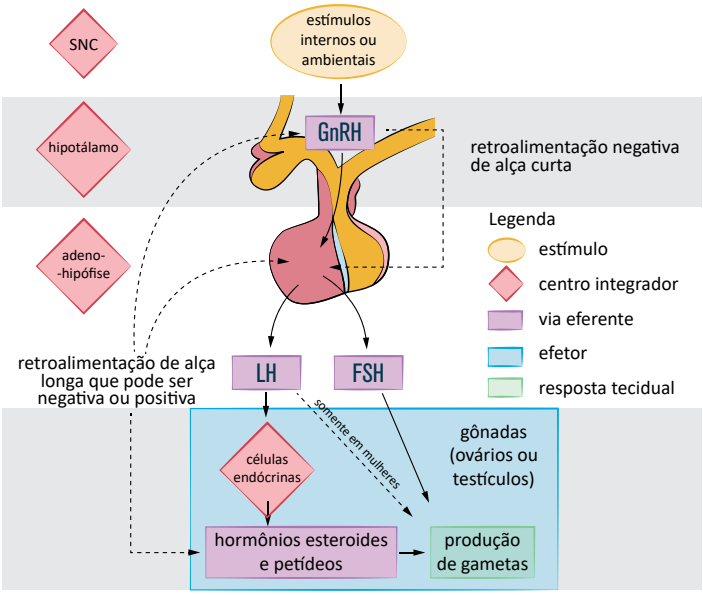


Figura 2.7 – Controle hormonal da reprodução. Fonte: Silverthorn, 2010.

Os andrógenos são predominantes nos homens e os estrógenos, predominantes nas mulheres. O principal dos andrógenos é a testosterona, responsável pelos caracteres sexuais masculinos e síntese de espermatozoides. A testosterona é secretada pelo testículo e uma pequena parte pelo córtex da adrenal.

Fazem parte dos caracteres sexuais secundários:

- Formato corporal (ombros largos e cintura e quadril estreitos);
- Crescimento de barba e pelos pubianos;
- Desenvolvimento da musculatura esquelética;
- Engrossamento das cordas vocais;
- Surgimento do comportamento e desejo sexual;
- Crescimento do pênis, da bolsa escrotal, vesícula seminal e próstata durante a puberdade;
- Aumento da secreção sebácea e aumento do metabolismo lipídico, com acúmulo de gordura na região superior do corpo.

A puberdade masculina é marcada por várias alterações que ocorrem no período de 09 a 14 anos, levando o organismo à vida reprodutiva.

O aumento da secreção de LH provoca aumento na secreção de testosterona pelos testículos. E o início da produção de espermatozoides é fundamental

para que se estabeleça o período fértil do organismo. Essa maturidade se completa dos 16 aos 18 anos, quando a produção dos espermatozoides é alta e quase toda a produção dos caracteres sexuais já se completou.

A secreção da testosterona diminui com a idade, diminuindo também a produção de espermatozoides, a partir dos 40 anos para a produção de testosterona e a partir dos 50 anos para a espermatogênese. Mas ainda assim, muitos homens se mantêm sexualmente ativos e férteis após os 60 anos.

2.3.2 Estruturas do sistema reprodutor feminino

O sistema reprodutor feminino apresenta diversas características funcionais diferentes do sistema reprodutor masculino, como a presença de ciclos ovarianos onde ocorre o processo de ovulação.

Sendo assim, fazem parte do sistema reprodutor feminino (figura 2.8):

- 02 Ovários
- 02 Trompas uterinas ou de Falópio
- Útero
- Vagina
- Glândulas mamárias

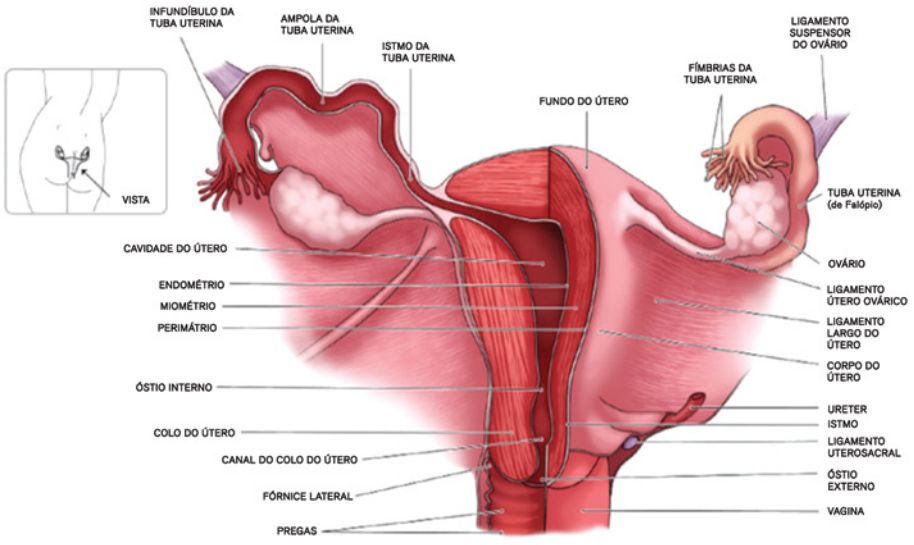


Figura 2.8 – Estruturas do sistema reprodutor feminino. Fonte: Tortora & Grabovski, 2002.

2.3.2.1 Hormônios sexuais femininos

Os hormônios sexuais femininos são os estrógenos, a progesterona e os androgênios, secretados pelos ovários, e em menor quantidade pela adrenal. São considerados esteróides, pois têm o colesterol como precursor comum deles. É o eixo hipotálamo-hipofisário que controla a síntese e secreção desses hormônios, principalmente estrógeno e progesterona. O hipotálamo secreta hormônios que controlam a secreção de LH e FSH na hipófise. Esses hormônios controlam a secreção de estrógeno e progesterona pelos ovários, também seguindo mecanismo de retroalimentação semelhante ao que ocorre no sistema reprodutor masculino (figura 2.9).

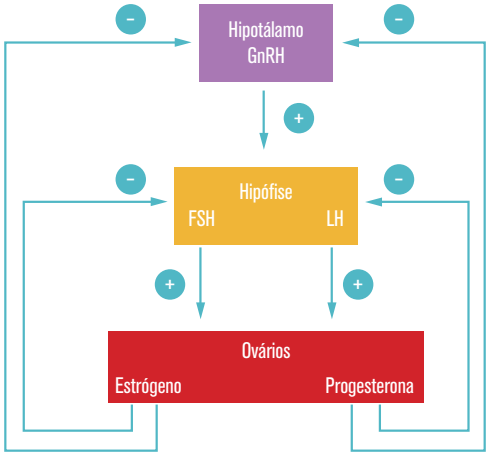


Figura 2.9 – Alça de retroalimentação negativa do sistema reprodutor feminino. Fonte: Cury & Procópio, 2009.

O ciclo ovariano faz com que ocorra uma flutuação cíclica na secreção desses hormônios na mulher, ou seja, no período entre duas ovulações sucessivas, que dura em média 28 dias. Nesse período ocorrem modificações tanto no útero como nos ovários em função da variação na secreção dos hormônios.

Os estrógenos estimulam:

- Crescimento celular em diversas partes do corpo (endométrio, miométrio e glândulas mamárias).
- Contração da musculatura lisa das trompas e do útero facilitando a movimentação do oócito e dos espermatozoides para uma possível fecundação.
- Maior depósito de gordura nas mamas, nádegas e região do quadril.

A progesterona está envolvida com:

- Estimulação de secreção em tecidos alvo (endométrio e mamas).
- Reduz a excitabilidade da musculatura uterina e das trompas.

Estudos mostram que eventos como a tensão pré-menstrual (TPM) e até quadros depressivos com a diminuição da secreção de estrógeno nas mulheres.

A puberdade feminina é o período onde ocorrem transformações anatômicas e funcionais na mulher e o estabelecimento da função reprodutora, com aumento da secreção de estrógeno e progesterona.

Fazem parte dos caracteres sexuais secundários:

- Aumento das mamas e dos órgãos reprodutivos externos.
- Alargamento dos quadris.
- Crescimento linear.
- Aparecimento de pelos pubianos e nas axilas.
- Menarca (primeira menstruação)

A menarca marca o início dos ciclos reprodutivos femininos, sendo um marcador da maturação sexual. Normalmente ocorre perto dos 12 anos.

Mas devemos destacar que a produção de gametas não ocorre de maneira contínua ao longo da vida da mulher, diferentemente do que ocorre como os homens. O desenvolvimento, maturação e liberação dos oócitos ocorre em ciclos de aproximadamente 28 dias, e são acompanhados de modificações na parede interna do útero, também estimuladas por flutuações hormonais. Se não ocorrer uma gravidez, ou seja, se não houver fecundação do oócito por um espermatozoide com implantação na parede do útero, haverá a menstruação, e tem início um novo ciclo.

E qual seria o papel dos anticoncepcionais?

Eles provocam modificações nas concentrações fisiológicas dos hormônios que podem impedir a maturação do oócito, ou sua fertilização e consequente implantação, inviabilizando uma gravidez.

A menstruação marca o início do ciclo reprodutor por ser facilmente identificada e corresponde ao início da fase folicular nos ovários. Sua duração pode variar de 03 a 07 dias bem como o fluxo, específicos para cada mulher. Após a menstruação, o endométrio começa a se espessar novamente, reconstituindo a camada perdida durante sua descamação. Essa fase, denominada fase proliferativa coincide com o período final da fase folicular dos ovários. Após a

ovulação inicia-se a fase secretória uterina, onde as células do endométrio depositam lipídeos e glicogênio, fornecendo energia para uma possível gestação.

Podemos notar que há uma estreita relação entre os eventos uterinos e os eventos ovarianos do ciclo reprodutor feminino, e essa relação deve existir para que uma eventual gestação se estabeleça, pois o útero deve estar em condições adequadas para receber o embrião fecundado. E tudo isso se dá graças ao controle hormonal e sua influência sobre o organismo feminino.

A figura a seguir mostra o que acontece com as concentrações de hormônios hipofisários e gonadotróficos, maturação e liberação do oócito, desenvolvimento do endométrio do útero e variação da temperatura basal da mulher durante um ciclo reprodutivo (figura 2.10).

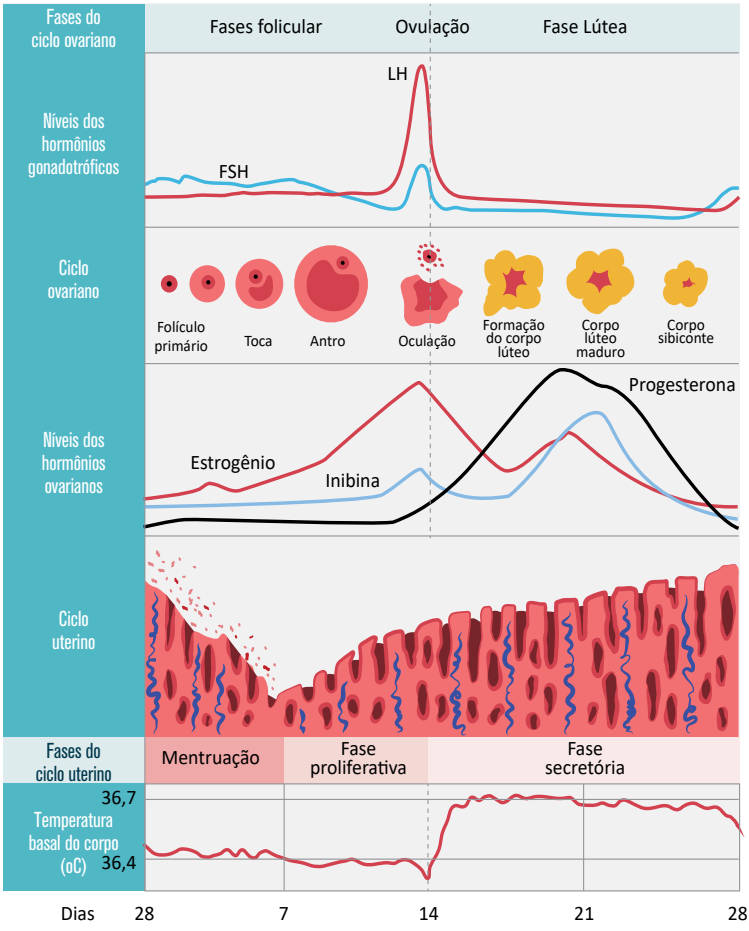


Figura 2.10 – Flutuações hormonais ao longo do ciclo reprodutivo da mulher e os eventos uterinos e ovarianos. Fonte: Silverthorn, 2010.

Vale lembrar que a duração do ciclo reprodutivo nas mulheres tem duração média de 28 dias, podendo variar para mais ou para menos (figura 2.11). O que é importante lembrar é que a duração da segunda fase do ciclo após a ovulação é fixa, sempre 14 dias até a próxima menstruação. O que varia é a fase inicial antes da ovulação. Por isso é importante conhecer bem o ciclo reprodutivo no caso de utilizar como método contraceptivo a técnica da tabelinha, por ter grandes chances de erro na estimativa de qual o dia da ovulação.

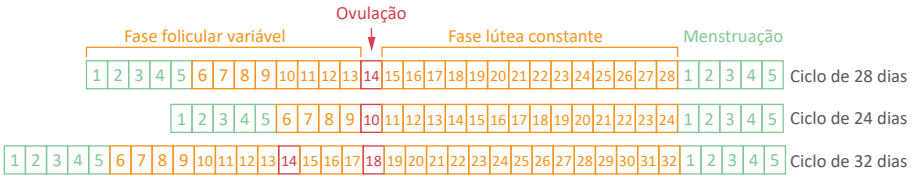


Figura 2.11 – Exemplos de ciclos reprodutivos com diferentes durações. Fonte: Aires, 2012.

2.3.2.2 Menopausa

A vida reprodutiva entra em declínio junto com a função ovariana, quando a ovulação e as secreções de estrógeno e progesterona se tornam irregulares, ocorrendo entre os 40 e 60 anos. Nesse período começa a ocorrer atrofia do endométrio, miométrio e epitélio vaginal, diminuição dos pelos pubianos e axilas, afinamento e enrugamento da pele, diminuição do cálcio ósseo e alterações emocionais como irritabilidade, insônia, ansiedade.

2.3.3 Bases neurais dos comportamentos sexuais

O comportamento sexual em homens e mulheres é controlado por ações conjuntas de diversas estruturas do nosso Sistema Nervoso. O Córtex Cerebral é uma das estruturas que parece ter papel importante. A Medula Espinhal também tem papel determinante, pois por ela seguem as aferências para o cérebro (estímulos sensoriais, principalmente os estímulos táteis) e dela partem os comandos que determinarão as eferências (como, por exemplo, a ereção do pênis e clitóris).

Em animais como coelhos e gatos nota-se uma relação direta entre a produção e secreção dos hormônios sexuais e o comportamento sexual. Porém, em humanos nem sempre há correlação entre hormônios e comportamento

sexual. O comportamento sexual na idade adulta pode sofrer influência de diversos fatores, tais como:

- Meio hormonal perinatal
- Hormônios puberais (quando as mudanças do organismo colocam em ação a capacidade reprodutiva)
- Parceiros sexuais disponíveis

De acordo como MENDONÇA et al. (2012), o Sistema Nervoso atua sobre a função sexual por meio da transmissão de estímulos nervosos para a região da genitália, seja pelos estímulos sensoriais da medula espinhal ou pelos estímulos que são controlados pelo Sistema Nervoso Autônomo (divisão parassimpática e simpática). Fatores motivacionais podem causar ativação do ciclo sexual, como: proximidade emocional, união, compromisso, tolerância com as diferenças, expectativa e aumento do bem-estar do parceiro.

Dimorfismo sexual

As respostas sexuais podem ser influenciadas por fatores psicológicos, entre eles a ansiedade, baixa autoestima, distúrbios da percepção da imagem corporal, medo de rejeição, ansiedade do desempenho sexual, experiências sexuais traumáticas passadas, histórico de abuso e qualidade do relacionamento, e também por outros fatores como desequilíbrio hormonal (baixos níveis de andrógenos e hiperprolactinemia).

Há uma enorme complexidade quando estudamos os sistemas envolvidos no comportamento sexual, desde comportamentos expressivos para atração do parceiro até a amamentação de filhotes. Sabe-se que o comportamento depende da estrutura e da fisiologia do sistema nervoso. Sendo assim, devemos imaginar que o sistema nervoso de machos e fêmeas não é igual, tanto na forma anatômica como nas atividades fisiológicas. Por exemplo, a castração de ratos em período neonatal produz um macho que exibe comportamento feminino. Por outro lado, a administração de testosterona a fêmeas aumenta a incidência de comportamento masculino, como verificado por DAMIANI et al. (2005).

LEITURA

Para saber mais sobre esse assunto, e entender como ocorre a diferenciação sexual feminina e masculina, que fatores comandam a diferenciação cerebral, leia o artigo:

DAMIANI, D.; DAMIANI, D.; RIBEIRO, T. R.; SETIAN, N. **Sexo Cerebral: Um Caminho Que Começa a Ser Percorrido.** Arq. Bras. Endocrinol. Metab., v.49, n.1, p.37-45, 2005.

CURIOSIDADE

Feromônios são substâncias odoríferas que evoquem reações específicas e aumentam significativamente as chances de sucesso reprodutivo e de sobrevivência de um organismo.

Sabe-se que as relações com o ambiente ou com outros indivíduos são direcionadas por estímulos visuais, auditivos, gustativos e táteis. Há suspeita de que alguns comportamentos, descritos em insetos e em outros mamíferos, possam ser determinados por comunicações que são intermediadas por **feromônios**. Isso despertou o interesse dos pesquisadores sobre a presença e o papel destas substâncias voláteis na espécie humana (DALACQUA & BARROS, 2006).

Para saber mais, leia o artigo:

DALACQUA, M.; BARROS, M. D. **Feromônios humanos.** Arq. Med. Hosp. Fac. Cienc. Med. Santa Casa, São Paulo, v.51, n.1, p. 27-31, 2006.

O texto pode ser encontrado no link: <http://www.fcmscsp.edu.br/files/vlm51n1_5.pdf>.

Enfim, os estudos sobre as bases fisiológicas do comportamento sexual podem facilitar a compreensão das motivações sexuais da espécie humana, mas nem todas as perguntas podem ser respondidas.

2.3.4 Noções sobre a orientação sexual

A sexualidade tem grande importância no desenvolvimento e na vida psíquica das pessoas, visto que se relaciona com a busca do prazer, necessidade fundamental dos seres humanos. Nesse sentido, a sexualidade é entendida como algo inerente, que se manifesta desde o momento do nascimento até a morte,

de formas diferentes a cada etapa do desenvolvimento. E sendo a sexualidade construída ao longo da vida, marcada pela história, cultura, ciência, assim como pelos afetos e sentimentos, expressando-se então com singularidade em cada sujeito. Por isso, o estudo da sexualidade reúne contribuições de diversas áreas, como Antropologia, História, Economia, Sociologia, Biologia, Medicina, Psicologia e outras mais.

Se, por um lado, sexo é expressão biológica que define um conjunto de características anatômicas e funcionais (genitais e extragenitais), a sexualidade é, de forma bem mais ampla, uma expressão cultural. Cada sociedade cria conjuntos de regras que constituem parâmetros fundamentais para o comportamento sexual de cada indivíduo.

Nesse contexto, o termo orientação sexual vem sendo considerado, atualmente, mais apropriado do que opção sexual ou preferência sexual. E segundo SOUSA FILHO (2009), o emprego do termo orientação sexual tem sido largamente difundido com o propósito de afirmar politicamente um direito: o direito à liberdade de manifestação da sexualidade. Quanto à homossexualidade, ESPERANÇA et al. (2015) discutem que se trata de uma das categorias pertencentes às múltiplas expressões da sexualidade. Ela corresponde aos aspectos da sexualidade, que envolvem amor, afeto, erotismo, coito e o desejo. Subverte, desse modo, a concepção unicamente biológica de sexualidade, que se limitaria a funções reprodutivas.

Para concluir, sugerimos um aprofundamento maior no tema, analisando os diversos pontos de vista e discussões mais atuais, visto que aqui apenas abordamos noções sobre orientação sexual.

ATIVIDADES

01. Complete as afirmações abaixo sobre os mecanismos de controle da secreção pancreática:

a) A chegada do quimo acidificado no duodeno estimula as células ____ a secretarem o hormônio _____, que irá agir nas células dos ductos pancreáticos, provocando a secreção de água e _____ no intestino.

b) A chegada dos produtos da hidrólise de gorduras e proteínas no duodeno estimula as células I a secretarem o hormônio _____, que irá agir nas células _____ do pâncreas, provocando a secreção de _____ no intestino.

c) A divisão _____ do sistema nervoso autônomo estimula a atividade pancreática por meio do neurotransmissor _____, secretada pelo nervo vago.

02. Qual o papel das substâncias leptina, grelina, CCK, GLP-1 e PYY no controle do apetite? Onde elas são produzidas e em que condições?

03. A maioria das pílulas anticoncepcionais é composta de uma combinação de hormônios sintéticos semelhantes ao estrógeno e à progesterona. **Explique o mecanismo de ação desse método contraceptivo.**

REFLEXÃO

Neste capítulo, abordamos os mecanismos de controle alimentar, bem como os sinalizadores cerebrais de fome e saciedade. Vimos os mecanismos fisiológicos – neurais e endócrinos envolvidos no controle do apetite, como agem os reflexos de alça curta e alça longa, e as fases do processo digestivo: cefálica, gástrica e intestinal. Analisamos também os mecanismos do comportamento reprodutivo, destacando as diferenças anatômicas e fisiológicas entre os sexos, o controle hormonal reprodutivo e tratamos das bases neurais do comportamento sexual e noções sobre orientação sexual.

No próximo capítulo, discutiremos com mais detalhes os processos de aprendizagem e memória, comportamento emocional e organização do pensamento. Vamos lá?

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AIRES, M.M. **Fisiologia**. Grupo GEN, editora Guanabara Koogan, 3.ed. 2008, p. 1352.

CAMBRAIA, R.P.B. **Aspectos psicobiológicos do comportamento alimentar**. Revista de Nutrição, Campinas, v.17, n.2, p.217-225, abr/jun, 2004.

CONNORS, B.W.; BEAR, M.F.; PARADISO, M.A. **Neurociência: Desvendando o Sistema Nervoso. Artmed.** 3. ed. 2008, Porto Alegre, p.855

CORTEZ, C.M.; SILVA, D. **Fisiologia aplicada à Psicologia.** Grupo GEN, editora Guanabara Koogan, 1.ed. 2008, p.278.

CURY, R.; PROCOPIO, J. **Fisiologia Básica,** Grupo GEN, editora Guanabara Koogan, 1. ed. 2009, p. 399.

DALACQUA, M.; BARROS, M. D. **Feromônios humanos**. Arq. Med. Hosp. Fac. Cienc. Med. Santa Casa, São Paulo, v.51, n.1, p. 27-31, 2006.

DAMIANI,D.; DAMIANI, D.; RIBEIRO, T. R.; SETIAN, N. **Sexo Cerebral: Um Caminho Que Começa a Ser Percorrido.** Arq. Bras. Endocrinol. Metab., v.49, n.1, p.37-45, 2005.

ESPERANÇA, A.C.; SILVA, I.R.; NEVES, A.L.M.; Silva, F.P. **Sentidos e significados de homossexualidade para discentes de cursos de licenciaturas**. Perspectivas em psicologia, v.12, n.2, p.32 – 40, 2015.

HAINES, D.E. **Neurociência Fundamental – para aplicações básicas e clínicas.** Elsevier editora LTDA., tradução da 3ª edição, p.653.

LANDEIRO, F.M.; QUARANTINI, S.C. **Obesidade: Controle Neural e Hormonal do Comportamento Alimentar.** Revista de Ciências Médicas e Biológicas, v.10, n.3, p.236-245, set./dez. 2011.

MENDONÇA, C.R.; SILVA, T.M.; ARRUDAI, J.T.; GARCIA-ZAPATA, M.T.A.; AMARAL, W.N. **Função sexual feminina: aspectos normais e patológicos, prevalência no Brasil, diagnóstico e tratamento**. Femina, v. 40, n. 4, p.195-202, Julho/Agosto 2012.

MOURÃO Jr., C. A.; ABRAMOV, D. M. **Fisiologia Essencia**l. Grupo GEN, editora Guanabara Koogan, 1ª edição, 2011, 399 p.

SILVERTHORN, D.U. Fisiologia Humana: uma abordagem integrada. Editora Artmed, 5ªedição, Porto Alegre-RS, 2010, 992p.

SOUSA FILHO, A. **A política do conceito: subversiva ou conservadora? Crítica à essencialização do conceito de orientação sexual.** Bagoas, n. 04, p. 59-77, 2009.

TORTORA, G.J.; GRABOVSKY, S.R. **Princípios de Anatomia e Fisiologia**. Editora Guanabara Koogan, 10ª edição, Rio de Janeiro – RJ, 2010, 1256p.

Sites: http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/livro102.pdf Acesso em: 24 de mar. 2016.

3

Aprendizagem, memória e o comportamento emocional

3. Aprendizagem, memória e o comportamento emocional

Como conseguimos memorizar tantos conceitos? Por que gostamos de alguém ou não gostamos de alguém? Quem controla nossas emoções? O medo é bom ou ruim? O medo pode ser aprendido? Por que choramos assistindo algum filme?

Várias dessas perguntas já podem ter sido feitas por qualquer um de nós. Mas e as respostas? Você já parou para pensar em tudo isso? Conhecer o funcionamento do nosso sistema nervoso nos dará todas essas respostas.

Preparados?

OBJETIVOS

- Compreender os processos de memória e aprendizado, os estágios do aprendizado;
- Analisar os diferentes tipos de memórias e as disfunções relacionadas à memória;
- Compreender o comportamento emocional e funcionamento do sistema límbico;
- Analisar a função das principais estruturas relacionadas ao sistema límbico;
- Discorrer sobre a fisiologia do medo e do estado ansioso;
- Compreender a organização do pensamento, relações com o córtex pré-frontal, córtex límbico, parietotemporal;
- Conhecer alguns transtornos mentais e suas bases biológicas.

3.1 Aprendizagem e memória

3.1.1 Histórico

O sistema nervoso é o responsável pela nossa interação com o meio ambiente, enquanto outros sistemas são passivos em relação a ele, limitando suas ações ao meio interno. Essa interatividade se traduz na ideia de que o sistema nervoso responde e reage ao meio, e essa resposta é o que chamamos de comportamento.

Consideramos comportamento qualquer resposta coordenada do indivíduo. E, em geral, os comportamentos têm algum objetivo específico.

Memória, aprendizado e linguagem são processos extremamente complexos e que envolvem diferentes áreas do sistema nervoso. Existem diferentes definições e teorias sobre os mecanismos responsáveis pela memória e o aprendizado. Para tratarmos desse tema é necessário definir alguns termos e expressões de muita utilidade.

CONCEITO

Dados: todos os fatos registrados pelo sistema sensorial

Informação: as relações identificadas entre os dados observados

Memória: função relacionada com o armazenamento de dados

Aprendizado: aquisição de novos conhecimentos ou informações, como resultado da descoberta das relações entre os dados

Sendo assim, o aprendizado não pode ser desmembrado da memória, já que aprender implica ser capaz de memorizar, para então correlacionar os dados.

3.1.2 Memória

Quando tratamos de memória é importante destacarmos dois processos importantes:

- Memorização: responsável pelo armazenamento de dados;
- Evocação: responsável pela recuperação de dados memorizados, ou seja, são as nossas lembranças.

3.1.2.1 Tipos de memória

A memória pode ser classificada como: sensorial, primária (ou de curto prazo) e secundária (ou de longo prazo).

- **Memória sensorial ou imediata**

Diz respeito ao armazenamento de dados na área sensorial do córtex cerebral. É o registro de uma sensação sem qualquer processamento (som, imagem, tato). Esses sinais permanecem disponíveis por décimos de segundos e são trocados por novos sinais sensoriais em menos de um segundo.

- **Memória primária ou de curto prazo**

É a memória referente a informações (fatos, letras, palavras, números) recentes. Ela se forma rapidamente e dura de poucos segundos a uma hora. Exemplo: a memorização de um número de telefone durante a discagem. E quando dados novos da informação são colocados nesse estoque, os dados anteriores são deslocados. Quando uma pessoa olha um segundo número de telefone, o primeiro é normalmente perdido. A última informação é a que fica proeminente na memória primária.

- **Memória secundária ou de longo prazo**

Memória referente a informações mantidas por um período de tempo extenso (horas, dias ou anos). É a fase de memorização que depende de transformações na estrutura química ou física dos neurônios. A conversão de memória primária em memória secundária é denominada **consolidação.** Memórias novas são armazenadas em associação direta com outras memorizadas de mesmo tipo, facilitando o processo de evocação de dados antigos.

Existe uma outra classificação de memória que se refere à memória secundária, que divide a memória em implícita e explícita (ou declarativa).

A memória explícita é o resultado de armazenamento de episódios vividos ao longo do dia. Uma pessoa pode, por exemplo, aos 70 anos, recordar um programa de rádio que ouvia durante a infância.

A memória implícita é influenciada pela explícita, por novas associações depois de um período de vigília, e após 12 horas de sono, o conteúdo dessa memória é totalmente diferente.

3.1.3 Bases fisiológicas da memória

Os processos relacionados à memória e aprendizado envolvem alterações nos circuitos neuronais e também nas transmissões sinápticas.

A curta duração da memória primária sugere que ocorram alterações nervosas transitórias, que são capazes de manter vivo um traço da memória por um período de tempo limitado.

Hoje é aceitável que a memória de longo prazo esteja diretamente associada à síntese de proteínas. Acredita-se que a memória de longo prazo resulte de mudanças morfológicas nas sinapses, que surgem de alterações nos circuitos neuronais, por mudanças no número de terminações pré-sinápticas, no tamanho dos terminais ou ainda na condutividade dos dendritos.

ATENÇÃO

Vale ressaltar o que é SINAPSE.

As sinapses possuem fundamental importância no processamento de informações no Sistema Nervoso. É o local de ação da maior parte das substancias que atuam no Sistema Nervoso.

O termo SINAPSE denomina o local onde dois neurônios fazem contato químico. A comunicação se dá entre o terminal axonal de um neurônio, denominado de pré-sináptico e o terminal dendrítico de outro neurônio, denominado de pós-sináptico.

Existem dois tipos de sinapses: elétricas e químicas.

Na sinapse elétrica, a membrana dos neurônios pré e pós-sinápticos são separadas por uma fenda de 2 nm, onde se encontram estruturas especiais denominadas ***Gap junction*** (tubos de proteínas que atravessam a fenda e estabelecem conexões de canais iônicos, permitindo a passagem bidirecional de íons.

Na sinapse química a transmissão envolve a participação de neurotransmissores. As membranas pré e pós-sinápticas são separadas por uma distância de 30 a 50nm. Os neurotransmissores contidos na membrana pré-sináptica são liberados quando o potencial de ação se propaga pelo terminal pré-sináptico. A interação do neurotransmissor com receptores específicos provoca alteração na permeabilidade da membrana pós-sináptica. Isso gera potenciais de ação excitatórios ou inibitórios (figura 3.1).

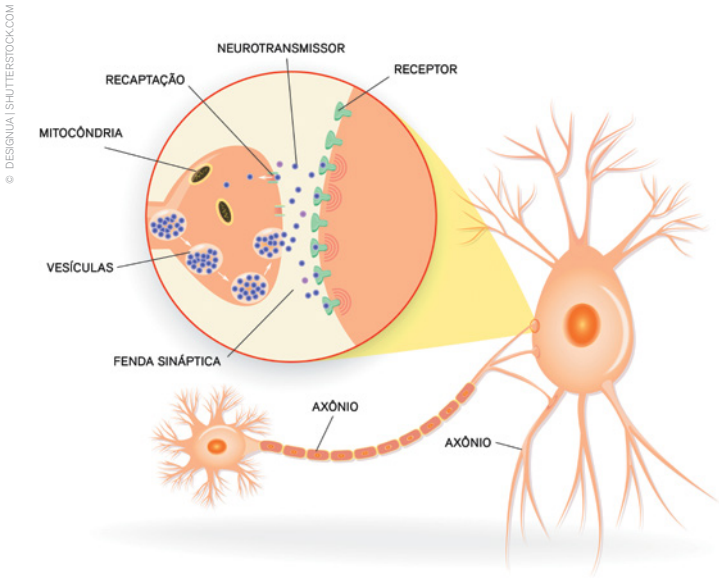


Figura 3.1 – Exemplo de uma sinapse química.

3.1.4 Áreas corticais envolvidas no processo de memória

Acredita-se que a maior parte do sistema nervoso esteja implicada no fenômeno da memória, pois em todas as regiões nervosas existem neurônios com a plasticidade necessária para o armazenamento de informações.

O hipocampo é considerado uma estrutura essencial para a consolidação da memória primária em secundária. Lesões no hipocampo podem afetar tanto a fixação como a evocação. Já lesões talâmicas podem comprometer a memória de evocação isoladamente, sem prejuízo na capacidade de fixação de novas memórias.

Verificou-se também que o sono é um fator essencial para a consolidação da memória. Durante o sono há um aumento na síntese proteica, que garante maior plasticidade sináptica. Conclui-se que a memória é protegida pelo sono e também fortemente influenciada por novas associações depois de um período de vigília. Isso porque muitas informações que chegam ao hipocampo não se tornarão memórias, e serão descartadas. E, ao que tudo indica, esse descarte de informações se dá enquanto dormimos. Muitos fragmentos de informações são "revirados" e descartados. Essa reviravolta de informações desordenadas talvez explique o fenômeno dos sonhos. Ao acordar, normalmente nos lembramos de pequenas partes dos sonhos, os quais, muitas vezes, referem-se a fatos ocorridos durante o dia. A favor dessa hipótese existem evidências também de que a privação do sono pode comprometer profundamente as funções cognitivas. Se não dormíssemos, e se durante o sono, não ocorresse o descarte de muitas informações, possivelmente nosso cérebro ficaria saturado, como um disco rígido de computador que chegou ao seu limite de armazenamento.

3.1.5 Distúrbios da memória

Alzheimer: nos estágios iniciais da doença há uma perda progressiva da capacidade de consolidação da memória. Do ponto de vista neuroanatômico, a primeira área danificada é o sistema límbico, em especial o hipocampo, primeira estrutura e mais severamente atacada pela doença.

Amnésia: abolição da atividade da memória.

Amnésia maciça: abrange todos os períodos da vida da pessoa, e ela não consegue mais evocar nada em relação à sua vida ou identidade. Pode ocorrer por traumatismo cranioencefálico.

Amnésia lacunar: limitada a fragmentos do passado, onde a falha da memória abrange apenas um período da vida da pessoa. Pode ser observada no coma, em crises epiléticas.

Amnésia sistemática ou seletiva: ausência de uma relação temporal entre objetos ou fatos esquecidos, que podem se associar pela sua natureza, ou conotações afetivas.

Amnésia anterógrada: caracterizada pela incapacidade de transformar memória primária em secundária, normalmente associada a lesões do hipocampo. Pode ocorrer naturalmente na velhice e ser acompanhada por quadros de agitação psicomotora ou intensa ansiedade. É comum na doença de Alzheimer.

Amnésia retrógrada: impossibilidade de evocar no presente memórias de um passado mais distante, estando normalmente associada a lesões do tálamo. Pode ser observada em traumatismos cranioencefálicos.

3.1.6 Memória e aprendizado

O ser humano nasce potencialmente inclinado para o aprendizado, e necessita apenas de estímulos internos e externos para que esse processo se torne possível ou seja mais rápido. Existem tipos de aprendizado que são natos, como aprender a falar, andar, e isso exige apenas uma maturação anatomofisiológica.

Agora, do ponto de vista fisiológico, aprendizado e memória são interdependentes. Ambos dependem do desenvolvimento de prolongamentos neuronais e do estabelecimento de circuitos lógicos de memória. Pesquisas recentes têm demonstrado a capacidade de crescimento do cérebro, não com relação ao número de neurônios, mas sim com relação ao acréscimo de conexões neuronais.

Só podemos dizer que realmente aprendemos uma determinada informação se ela tiver passado pelos processos de:

- Aquisição da informação;
- Consolidação;
- Armazenamento;
- Evocação da informação.

De fato, todo esse processo é o que chamamos de aprendizado, enquanto a memória se refere mais especificamente a etapa de armazenamento da informação. Desse modo, a memória seria um "subconjunto" do aprendizado.

Tipo de aprendizado que não depende da associação de dois ou mais estímulos, nem da associação entre estímulo e resposta. Existem duas modalidades de aprendizado não associativo: **habituação e sensibilidade.**

Habituação é aprender a não reagir frente a um estímulo inofensivo. Exemplo: quando você vai dormir e liga o ventilador do quarto, provavelmente ouve o barulho do motor do ventilador. O ruído do aparelho poderia atrapalhar o sono, mas isso não ocorre. As pessoas se habituam ao barulho e se esquecem dele. O fato de se concentrar no evento de maior importância é fundamental para geral uma economia de energia (ATP), focando a atenção nos estímulos relevantes e esquecendo os insignificantes.

Na **Sensibilização,** após um estímulo nocivo, a sensibilização ocorre e, a partir daí qualquer estímulo inofensivo pode levar a uma resposta exagerada. Depois de certo tempo, ocorre a extinção do fenômeno e o indivíduo perde seu estado de alerta.

3.1.6.1 Aprendizado associativo

Nesse caso haverá uma associação que pode ser entre dois estímulos ou entre estímulo e resposta. O aprendizado associativo também pode ser denominado condicionamento.

- **Condicionamento clássico:** exemplificado pelo experimento de Pavlov. O cientista observou que, sempre que o tratador chegava com um prato de carne para o cão, este aumentava a salivação. Então resolveu tocar uma campainha antes de mostrar o prato de carne ao cachorro. No início, nada ocorreu. Após certo tempo o animal começou a salivar quando ouvia a campainha e antes de ver o prato de carne. O cientista conseguiu ensinar o cão a associar um outro estímulo (o som, que por si só não produziria resposta) ao estímulo inicial, a carne (que por si só produziria a resposta).
- **Condicionamento operante:** exemplificado pelo experimento de Skinner. Quando um rato era colocado dentro de uma caixa começava a explorar o local, instintivamente. De repente, o rato esbarra em uma alavanca e recebe comida. Depois de mais alguns "acasos" como esse o rato aprende que acionar a alavanca resulta em comida. Assim, sempre que estiver com fome, vai acionar a alavanca. Primeiro ocorreu o comportamento que se esperava (acionar a alavanca), só depois o reforço "comida" foi dado como estímulo recompensador.

Resumindo, no condicionamento clássico aprende-se a repetir certo comportamento já existente, em geral inato, diante de um novo estímulo, que é naturalmente ineficaz para geral tal comportamento. No condicionamento operante aprende-se um novo comportamento. O estímulo também é diferente nos dois casos. No condicionamento clássico, o estímulo que produz a resposta é um estímulo ineficaz qualquer. Já no condicionamento operante, o estímulo é um reforço ou punição.

3.2 Comportamento emocional

Quando nos deparamos com uma imagem dessas, vemos uma mistura de emoções e funções cerebrais que são produzidas e expressas quase que simultaneamente (figura 3.2).

Figura 3.2 – Situação hipotética.

O pensamento da pessoa: "O que é isso?", "Onde esse caminho leva?" é realizado por uma parte do sistema nervoso responsável pela nossa percepção. O medo e a ansiedade são funções do nosso sistema que controla as emoções e o ato de fugir ou entrar na passagem é função de outra parte do nosso sistema nervoso, o sistema motor somático e sistema visceral.

O que vamos estudar agora é o funcionamento do nosso comportamento emocional.

Todos os dias nos deparamos com perguntas, tais como: Será que consigo um 9,0 na prova amanhã? Por que ele está demorando tanto?

O Neuroanatomista James Papez, em 1937 demonstrou que a emoção não é uma função de centros cerebrais específicos, mas de um circuito envolvendo estruturas conectadas por feixes nervosos. Seguindo essa mesma linha, mais recentemente, outros pesquisadores descobriram novas estruturas também responsáveis pela elaboração e expressão das emoções.

O sistema Límbico é a parte do nosso Sistema Nervoso responsável pelas emoções.

O termo LÍMBICO (que significa contorno ou anel) foi usado, pela primeira vez, pelo neuroanatomista francês Broca em 1878, para descrever um anel que circunda a região do diencéfalo. É um sistema que cria e modula funções específicas, que permitem ao organismo distinguir entre o que lhe agrada e desagrada e formar a base para o desenvolvimento das funções afetivas. E através do Sistema Nervoso Autônomo (SNA), o sistema Límbico promove certos comportamentos necessários à sobrevivência, interferindo positiva ou negativamente no funcionamento visceral e controle metabólico de todo o organismo.

Vale relembrar onde se localiza nosso diencéfalo e entender a localização das estruturas componentes do sistema Límbico (figura 3.3).

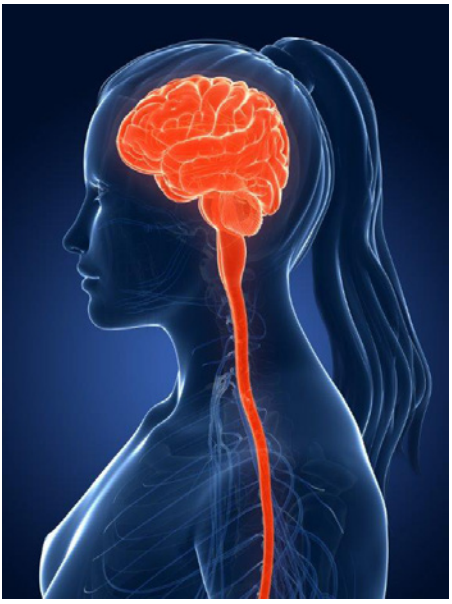


Figura 3.3 – Vista lateral do encéfalo humano com destaque para a região do diencéfalo, onde se localiza o sistema Límbico.

Papez propôs que a atividade cognitiva do córtex extralímbico influencia a expressão das emoções através de um circuito formado por estruturas do sistema Límbico, que representa uma série de caminhos entre o córtex cerebral e o hipotálamo.

3.2.1 Componentes do sistema límbico

Entre os componentes subcorticais estão incluídos:

- Núcleos do hipotálamo e epitálamo
- Núcleos da área septal
- Porção do tálamo
- Porções dos gânglios da base
- Regiões do tronco encefálico

Existem estruturas corticais que não são usualmente consideradas como estruturas do sistema límbico, mas que têm uma íntima relação com as estruturas límbicas: área pré-frontal do córtex e giros temporais.

Hoje são considerados como componentes corticais do sistema límbico (figura 3.4):

- Giro do cíngulo
- Giro subcaloso
- Área paraolfatória
- Unco
- Giro parahipocampal

Estudos mostraram que a remoção do giro do cíngulo, na região medial do cérebro, acima do corpo caloso, torna animais selvagens totalmente domesticáveis. A secção de um feixe desse giro (cingulotomia), interrompendo a comunicação neural do circuito de Papez, reduz o nível de depressão e de ansiedade pré-existentes.

© JOSHYA | SHUTTERSTOCK.COM

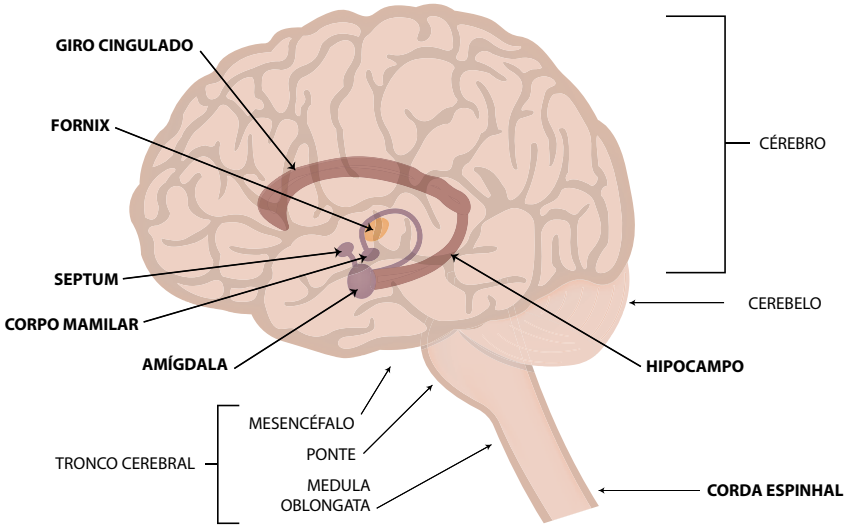


Figura 3.4 – Componentes do sistema Límbico.

A formação do unco e o giro parahipocampal estão associados com a sensação olfativa e percepção olfativa dos odores.

A área pré-frontal compreende toda a região anterior não motora do lobo frontal. Não é considerada uma das partes do circuito límbico tradicional, mas as suas conexões com a amigdala, áreas do tálamo e outras áreas subcorticais justificam sua importância. Ela integra informações internas e externas e está relacionada à seleção de comportamentos, manutenção da atenção e controle do comportamento emocional. Quando o córtex pré-frontal é lesado, o indivíduo perde o senso de suas responsabilidades sociais, bem como a capacidade de concentração e de abstração.

3.2.1.1 Hipocampo

Região localizada internamento no giro parahipocampal, no interior do lobo temporal. O hipocampo é denominado por vários autores como "a porta de entrada da memória", pois quando ocorre destruição dessa estrutura, a pessoa se torna incapaz de armazenar novas memórias, porém as informações armazenadas antes da lesão não são esquecidas. Essa perda da capacidade de armazenar novas memórias é denominada amnésia anterógrada. Remoção cirúrgica do hipocampo pode ser usado como procedimento terapêutico em casos graves de epilepsia resistente a tratamento medicamentoso.

3.2.1.2 Amígdala

É um gânglio da base do telencéfalo, uma pequena estrutura que se estende e se interconecta com o hipocampo, núcleos septais, área pré-frontal, núcleos do tálamo e hipotálamo e outros núcleos da base.

Por longo tempo foi considerada como centro de processamento olfatório, porém hoje já é considerada uma estrutura intimamente envolvida na regulação de mudanças associadas a comportamentos básicos de sobrevivência, como alimentação, consumo de líquido e atividade sexual.

Uma lesão experimental da amígdala pode levar à perda da capacidade de discriminação afetiva em relação ao meio externo, embora seja capaz de reconhecer as pessoas e as coisas ao seu redor. É como se a pessoa soubesse quem está vendo, mas não pode dizer se gosta ou não dessa pessoa. A lesão da amígdala pode tornar um animal dócil, descaracterizando-o afetivamente, eliminando sua capacidade de discriminação sexual e de reação a situações perigosas. Por outro lado, estímulos elétricos nessa estrutura podem provocar crises de agressividade.

A amígdala é também a área envolvida com o comportamento de observação do meio, funciona como um centro de identificação de condições ambientais e gera padrões comportamentais adequados a cada situação, sendo envolvida nas manifestações de medo, ansiedade e reações de luta ou fuga.

Em geral, a estimulação da amígdala pode causas quase que as mesmas reações produzidas por estimulação do hipotálamo, pois seus efeitos são mediados através do hipotálamo. Dentre esses efeitos, podemos citar:

- Aumento e diminuição da pressão arterial;
- Alteração na frequência cardíaca;
- Alteração da motilidade e secreção gastrointestinal;
- Defecação e micção;
- Dilatação ou constrição da pupila;
- Secreção de vários hormônios da adenohipófise.

3.2.2 Centros límbicos do diencéfalo

3.2.3 Hipotálamo

Ele coordena e modula a maior parte das respostas autônomas relacionadas aos estados emocionais (alegria, amor, raiva, depressão, medo). O hipotálamo não é o responsável pela gênese do estado emocional, mas sim pela expressão do mesmo.

3.2.3.1 Tálamo

Alguns núcleos do tálamo também fazem parte do sistema límbico. Esses núcleos processam informações vindas do hipotálamo, amígdala, sistema estriado-pálido, e enviam projeções para o lobo límbico, área pré-frontal e áreas de associação temporal.

Lesões ou estimulações do tálamo estão relacionadas às alterações na reatividade emocional do homem e dos animais, devido à interrupção de uma importante estação do circuito límbico.

3.2.4 Fisiologia do sistema límbico

Sabemos que os animais desenvolvem comportamentos em resposta a estímulos ambientais para tornar possível sua sobrevivência.

A maior parte das estruturas do sistema límbico se conectam entre si, formando um circuito (figura 3.5). Assim, nenhuma das estruturas é unicamente responsável por este ou aquele estado afetivo. Porém, algumas contribuem mais do que outras para algumas reações emocionais.

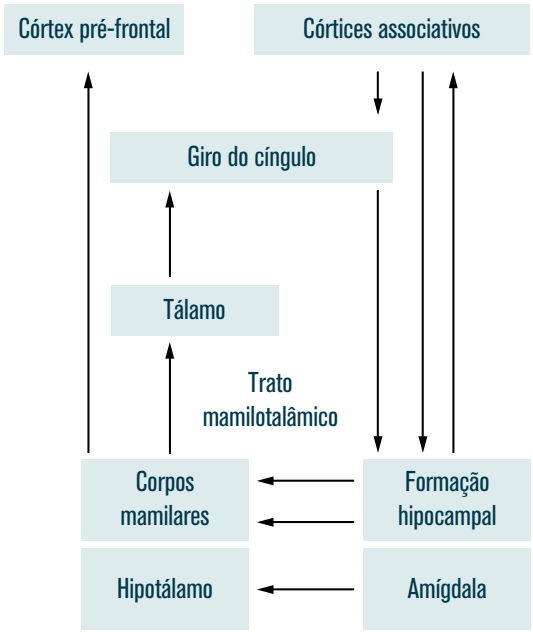


Figura 3.5 – Esquema da interconexão das estruturas componentes do sistema límbico. Fonte: Mourão-Jr e Abramov, 2011.

Áreas sensitivas são classificadas como primária ou secundária. A primária é responsável apenas pela "sensação" do estímulo e a secundária tem como função o reconhecimento do padrão sensitivo. Dessa área, a informação é enviada para regiões terciárias, onde associações mais complexas são feitas para o entendimento da informação.

O córtex pré-frontal é essencial para a integração dos dados para o planejamento e execução de ações motoras, enquanto o córtex parieto-têmporo-occipital se relaciona com a integração das modalidades sensoriais (visão, audição, somestesia) com a linguagem. E se torna função das áreas límbicas a integração dos dados novos com aspectos emocionais e comportamentais memorizados para gerar a motivação.

Do ponto de vista filogenético, a amígdala é a estrutura límbica mais primitiva do cérebro. Nos seres humanos, ela alcança a maturidade funcional antes de todo o córtex, antes mesmo do hipocampo.

3.2.5 Neuroquímica do comportamento emocional

Existem vários sistemas de neurotransmissores associados à fisiologia do sistema límbico, e são responsáveis pela modulação dos comportamentos.

Além dos neurotransmissores, existem também neuromoduladores envolvidos nas funções do sistema límbico. Vários hormônios agem controlando comportamentos, mediando através do metabolismo ou agindo diretamente em sítios específicos do sistema límbico.

- **Hormônio tireoidiano:** aumenta o metabolismo geral do corpo, sendo de extrema importância para o nível de humor da pessoa. Deficiência desse hormônio no adulto pode levar à depressão e em crianças, causar cretinismo (caracterizada por grau de retardo mental). A hipersecreção desse hormônio pode gerar um estado de ansiedade e agitação motora de forma geral.
- **Hormônios sexuais:** testosterona e estrógeno. Eles aumentam a libido sexual e motivam o comportamento sexual. Por exemplo, o impulso sexual feminino geralmente aumenta próximo da ovulação, quando os níveis de estrógeno aumentam.
- **Hormônios supra-renais:** modulam comportamentos atuando diretamente em áreas do sistema límbico. Glicocorticoides, como hormônio do estresse, ativam áreas específicas, modulando comportamentos emocionais.

Quando o bem-estar, ou seja, a integridade física, mental e a sobrevivência estão ameaçadas, o indivíduo apresenta reações comportamentais, neurovegetativas, neuroendócrinas associadas ao medo e à ansiedade.

Medo é uma emoção causada por causas objetivas, conhecidas (por exemplo, o medo diante da morte). Já a ansiedade é uma emoção de corrente de causas subjetivas (medo de morrer apesar de não saber quando).

3.2.6.1 Medo

As relações entre a amígdala e o hipotálamo estão estreitamente ligadas às sensações de medo e raiva. A amígdala é responsável pela detecção, geração e manutenção das emoções relacionadas ao medo, e o reconhecimento de expressões faciais de medo (ESPERIDIÃO-ANTONIO et al., 2008). Os autores também relacionam o papel do lobo temporal do córtex nas expressões de medo. Lesões nessa região produzem alterações no comportamento social e emocional dos animais, tais como aquisição de postura dócil por animais selvagens e ferozes, perda do medo, curiosidade extrema.

3.2.6.2 Ansiedade

Segundo Cortez & Silva (2008), as manifestações objetivas da ansiedade são inespecíficas, e encontradas formas semelhantes em outros estados emocionais, como a ira e o medo, ou até atividades físicas, só podemos ter certeza de que a pessoa está ansiosa a partir da obtenção de vários dados:

- Descrição de seu estado e seus motivos
- Observação de seu comportamento
- Comparação dos dados com o conceito de ansiedade aliado à experiência do observador

Na realidade a ansiedade é um estado psíquico complexo e transitório, caracterizado por sentimentos de tensão e apreensão subjetiva. É um estado não prazeroso acompanhado de excitação psíquica e somática. O medo, a espera por algum acontecimento (bom ou ruim) e o estado de estresse são situações que geram ansiedade.

São considerados sintomas típicos do estado ansioso:

• **Físicos:** alterações sensoriais (hipoestesia, hiperestesia, calafrios), motoras (espasmo e tremores) e autonômicas (taquicardia, vasoconstricção, suor, aumento do peristaltismo, midríase)

• **Psíquicos:** alterações emocionais (tensão, nervosismo, mal-estar, dificuldade de concentração, sensação de medo), e alterações intelectuais e comportamentais (inquietação motora, irritabilidade aumentada, aumento ou diminuição da ingestão de alimentos, aumento no consumo de líquido).

3.2.7 Tipos de ansiedade

Um estado ansioso pode ser considerado normal ou patológico. Ansiedade normal é aquela que é fisiológica ou episódica, enquanto a ansiedade patológica é considerada crônica ou prolongada. Nesse tipo de ansiedade, o estado de ansiedade persiste por um tempo, após o término da causa, ou a ansiedade surge sem causa aparente.

Várias pesquisas têm demonstrado a existência de uma substância produzida no cérebro, mais precisamente no sistema límbico, envolvida no surgimento de quadros de ansiedade. Essa substância é denominada de ansiogênica.

A diferença entre a ansiedade fisiológica e a patológica está na quantidade dessa substância nos circuitos límbicos, na capacidade do organismo em produzi-la e na sua farmacocinética (produção X metabolização e eliminação).

3.2.8 Fisiologia da raiva

Espiridião-Antonio et al. (2008) relatam que a raiva é manifestada basicamente por comportamentos agressivos, que dependem do envolvimento de diversas estruturas e sistemas orgânicos. Podem-se descrever dois tipos de comportamentos:

• **Agressão predatória**: tem por objetivo a obtenção de alimento. Esse tipo de comportamento é verificado após estimulação do hipotálamo lateral.

• **Agressão afetiva**: seu propósito é a exibição para animais ou fêmeas ao redor. Esse tipo de comportamento é provocado por estimulação da substância cinzenta periaquedutal pelo hipotálamo lateral.

Os circuitos relacionados às emoções se localizam em várias regiões do encéfalo, e possuem inúmeras conexões como o córtex, áreas subcorticais, tronco

encefálico e cerebelo. De acordo com Espiridião-Antonio et al. (2008), é possível considerar que a tomada de decisão é diretamente dependente da associação emocional realizada pelo indivíduo ao vivenciar experiências cotidianas. O emprego de tais informações depende de respostas motoras (correr, comer, sorrir) e respostas autonômicas (elevação ou redução da frequência cardíaca, aumento ou diminuição do peristaltismo intestinal). Essas respostas são influenciadas pelo hipotálamo e esse age mediante o processamento de todas as informações que chegam ao cérebro.

3.3 Pensamento

3.3.1 Organização do pensamento

Nosso pensamento pode ser definido de diferentes maneiras, por exemplo, de acordo com a capacidade de nosso cérebro para formular e evocar ideias diversas. A partir de nossas experiências e da nossa criatividade, podemos relacionar conceitos, fazer julgamento, modificar situações ou mesmo inventar fatos e etc.

Diferindo de nossas sensações, que são todas bem estruturadas e dependem de um estímulo externos para que sejam percebidas por nossos receptores, as nossas imagens mentais surgem de forma espontânea e voluntária, independendo de um estímulo sensorial específico. Geralmente, elas estão ligadas aos conceitos que temos dos objetos e ao significado dos mesmos.

Existem experiências internas, que são produzidas em nosso sistema nervoso, que são as nossas imaginações (produções de imagens). As imaginações apresentam um caráter sensorial, assim como nossas percepções, e podem ocorrer tanto na vigília quanto durante nosso sono, enquanto sonhamos. E assim vamos criando bancos de informações que podem ser armazenadas em nosso cérebro. No momento em que iniciamos a formação deste banco de dados mentais, as possibilidades de combinação de elementos são infinitas.

Um outro tipo de experiência interna são os pensamentos (produção de ideias), que têm um caráter linguístico ou matemático mais abstrato que as imaginações. E, os mecanismos que desencadeiam essas reações são executivos, porque em geral, são voluntários e, portanto, relacionados aos comportamentos.

Talvez você já tenha experimentado a sensação boa de dormir com um problema que parece impossível e, sem esperar, acordar com uma solução para ele. O que acontece é que, ao se deitar, você pensa no problema que trouxe do trabalho e para o qual você não tem uma solução viável. Ao acordar seu cérebro pode e, geralmente, faz uma série de combinações de assuntos relacionados ao assunto de seu problema, compara com outras situações vividas por você, ou compartilhada com amigos, e no final, ele pode ou não encontrar uma boa solução. Quando encontra uma boa solução ficamos realizados.

Mas como ocorre toda essa organização no nosso cérebro? Vamos analisar.

3.3.2 das áreas corticais relacionado às funções cerebrais

Devemos nos lembrar de que o nosso Sistema Nervos Central (SNC) é formado por:

- Cérebro;
- Cerebelo;
- Tronco encefálico ;
- Medula espinhal.

E o nosso SNC é o responsável pela integração das informações sensoriais e geração de respostas apropriadas.

Rodrigues & Ciasca (2010) defendem que o interesse pelo funcionamento cerebral surgiu desde os primórdios do desenvolvimento do homem. E desde então, muitas hipóteses foram lançadas, discutidas e refutadas. Recentemente, com o surgimento das neurociências e com o aparato tecnológico, muito se avançou em termos de conhecimento sobre o cérebro e suas funções.

Do ponto de vista anatômico nosso cérebro pode ser dividido em telencéfalo e diencéfalo. O telencéfalo ocupa a maior área da cavidade craniana, e podemos dividi-lo em dois hemisférios cerebrais (direito e esquerdo) e pode ser dividido em lobos: frontal, occipital, parietal e temporal (figura 3.6).

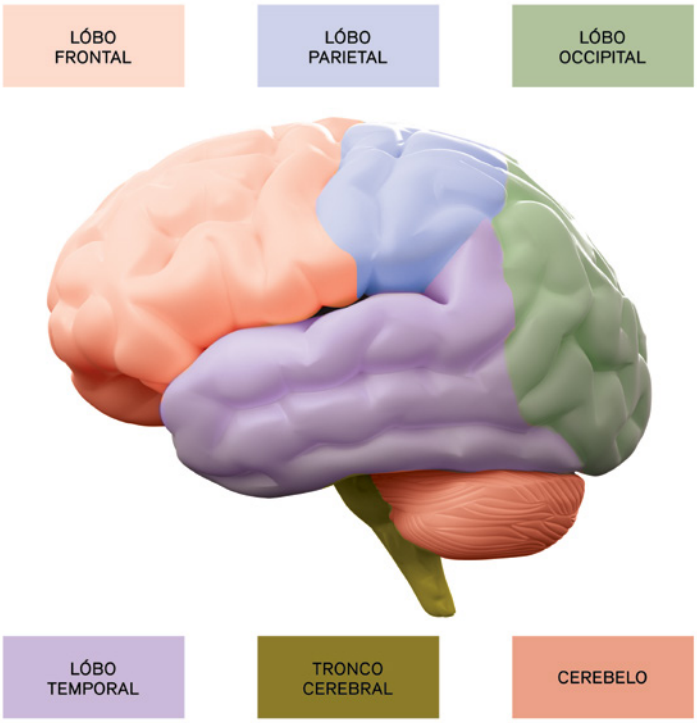


Figura 3.6 – Vista lateral do hemisfério cerebral esquerdo com destaque para os lobos cerebrais.

No córtex cerebral, chegam impulsos provenientes de todas as vias da sensibilidade que aí se tornam conscientes e são interpretadas. E do córtex partem os impulsos nervosos que iniciam e comandam os movimentos voluntários e com ele estão relacionados todos os nossos fenômenos psíquicos. Agora analisaremos as funções das principais áreas do córtex cerebral.

3.3.2.1 Córtex pré-frontal

Região do cérebro principalmente relacionada com as ações motoras, no entanto, mas também participa de inúmeras outras funções, como a capacidade de avaliar as consequências de planejamentos e ações futuras (diretamente relacionado com o planejamento das consequências de nossas ações. Faz a comparação com situações anteriores e planeja a resposta maios adequada para o momento. Nosso córtex pré-frontal integra as informações que o ambiente está oferecendo com as nossas experiências anteriores e programa as respostas motoras apropriadas para cada estímulo. Nessa área ocorre a reunião das informações sensoriais e ex-

periências emocionais, de modo a produzir percepções conscientes que resultem em comportamentos específicos, que atendam a nossas necessidades em cada momento. Lesões desta área parecem desligar planejamento e ação, de modo que a pessoa, apesar de aparentemente compreender bem o que lhe é informado pelo ambiente, não realiza os ajustes motores necessários à realização de tarefas.

3.3.2.2 Córtex parietotemporoccipital

Ocorre uma integração dos Lobos: **Parietal** responsável pela sensibilidade;- **Temporal**, responsável pelosistema auditivo e **Occiptal,** responsável pelas informações visuais. Ocorre uma integração das vias sensoriais, das sensações, imagens, sons relacionados, e integração dos estímulos recebidos e processados pelas áreas pré-frontais e límbicas, levando à expressão complexa de nossas ações. Lesões no lobo temporal direito produzem severos déficits na memória visual de curto prazo e no esquerdo causam a perda na memória verbal.

3.3.2.3 Córtex límbico

Relacionado com o envolvimento emocional, afetividade ligada ao pensamento, como já vimos anteriormente nesse mesmo capítulo. Relacionado com a memória, emoção e aspectos motivacionais relacionados a um dado comportamento. Nossa homeostase interna (homeostase alimentar, sexual, emocional) está diretamente relacionado com a nossa habilidade de perceber estímulos sensoriais do meio ambiente. As conexões entre nosso córtex pré-frontal e límbico permitem que tenhamos uma percepção emocional relacionada a cada experiência. O giro do cíngulo e o giro subcaloso são regiões do córtex límbico que se interpõem entre o córtex pré-frontal e as estruturas límbicas subcorticais. Lesões nesses giros liberam os centros da raiva existentes, por influência inibitória e tornam o animal muito suscetível a crises de raiva. Já as lesões do Córtex Orbitofrontal promovem redução da raiva e do comportamento agressivo e redução da dor crônica. Esse fenômeno foi observado experimentalmente em animais de laboratório e posteriormente em homens com lesões devidas a acidentes traumáticos.

O caso **Phineas Gage** ficou famoso e se tornou um marco no estudo da Neuroanatomia. Phineas Gage foi um operário americano que, num acidente com explosivos, teve seu cérebro perfurado por uma barra de metal, sobrevivendo apesar da gravidade do acidente. Após o ocorrido, Phineas, que aparentemente não tinha sequelas, apresentou uma mudança acentuada de comportamento, sendo objeto para estudos de caso muito conhecidos entre neurocientistas (figura 3.7).

O caso de Gage é considerado como uma das primeiras evidências científicas que indicavam que a lesão nos lóbulos frontais pode alterar a personalidade, emoções e a interação social. Antes deste caso os lóbulos frontais eram considerados estruturas silentes (sem função) e sem relação com o comportamento humano.

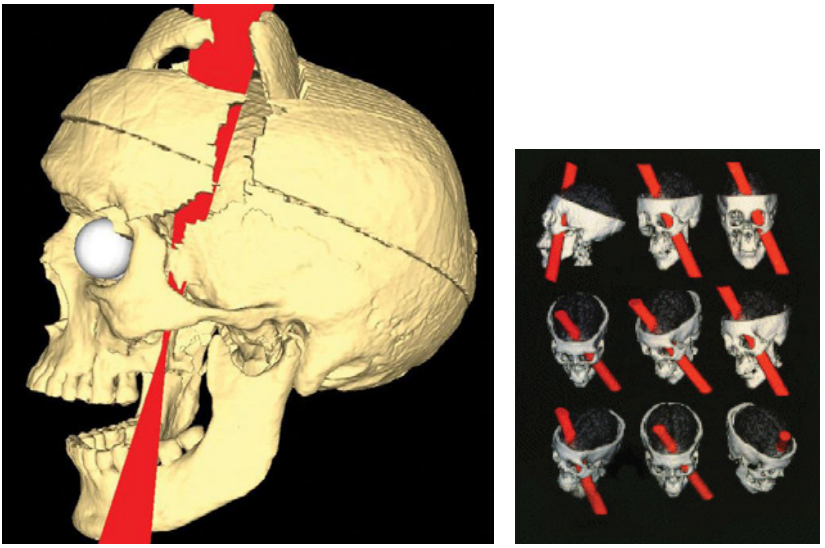
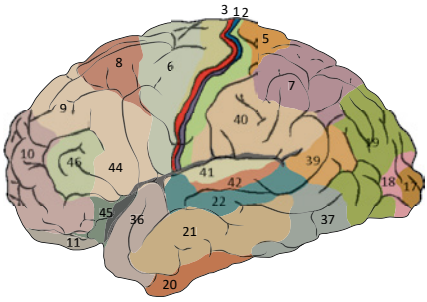


Figura 3.7 – Caso Phineas Gage, mostrando a barra que atravessou a cabeça do operário. Fonte: http://www.cerebromente.org.br/n02/historia/phineas_p.htm

? CURIOSIDADE

Há uma classificação que aparece em grande parte dos livros de Neurofisiologia utilizada para o estudo das áreas e funções do córtex cerebral.

As Área de Brodmann do córtex cerebral foram definidas com base nas suas estruturas citoarquitetônicas e organização de suas células. Essa classificação foi feita pelo alemão anatomista K. Brodmann baseadas na organização citoarquitetural dos neurônios que ele observou no córtex cerebral. Foram delimitadas 52 áreas distintas no córtex cerebral. Sabe-se que muitas das áreas de Brodmann já foram correlacionadas similarmente a diversas funções corticais. Por exemplo, áreas de Brodmann 1, 2 e 3 representam o córtex somatossensorial primário, área 4 representa o córtex motor primário, área 17 representa o córtex visual primário, e áreas de 41 e 42 correspondem ao córtex auditivo primário.



Para ver o trabalho completo de Brodmann acesse o link abaixo:
<http://www.appliedneuroscience.com/Brodmann.pdf>

3.4 Bases biológicas de transtornos mentais

A partir do esclarecimento dos processos mentais normais, fica mais fácil compreender uma série de desordens mentais, ou seja, se um desvio acontece em alguma área cerebral, há a grande possibilidade de que ocorra um transtorno. Estudos sobre determinadas funções, como o pensamento e, principalmente, a linguagem vêm contribuindo de forma significativa para tanto. Podemos compreender que uma determinada percepção pode ser desdobrada em diversos aspectos no entendimento dos processos mentais.

Psicose é a denominação dada para os mais severos distúrbios psiquiátricos, caracterizadas por desordens do pensamento e afeto, alucinações, delírios, catatonia. Uma das mais comuns é a esquizofrenia.

3.4.2.1 Esquizofrenia

Esquiso = dividido. A esquizofrenia é um dos principais transtornos psicológicos, codificados no Manual Diagnóstico e Estatístico dos Transtornos Mentais (DSM-IV-TR) (MORAIS, 2006).

Nas alucinações da esquizofrenia, alguns neurônios do córtex pré-frontal param e se comunicar entre si, ou seja, assim o córtex esquerdo passa a funcionar independentemente do córtex direito. O pensar do esquizofrênico está dividido, fragmentado e ele passa a ouvir vozes, por exemplo. Na verdade, o hemisfério esquerdo do seu cérebro, ao perceber pensamentos do hemisfério direito, interpreta como

sendo externo ao seu corpo. Então, ele tem um hemisfério que está funcionando com uma alta ativação dopaminérgica, com a maior ação de um neurotransmissor e outro hemisfério que para ele é estranho ao corpo, é considerado uma outra pessoa. Assim, tudo o que é processado, pensado, criado, projetado pelo hemisfério direito é interpretado pelo esquerdo como uma intervenção externa.

Nesta psicopatologia as áreas do córtex pré-frontal e do Lobo Temporal são significativamente comprometidas, com uma clara disfunção do hemisfério esquerdo cerebral. Além disso, verifica-se um déficit de comunicação entre os hemisférios cerebrais. Com esses problemas, o indivíduo passa a usar principalmente o hemisfério esquerdo (que está precário) e começa a interpretar as mensagens oriundas do hemisfério direito como externas ao seu corpo (delírios e alucinações).

Estudos mais detalhados revelaram o papel da Dopamina nesta patologia, onde ela está com uma hiperfunção: há um aumento da transmissão dopaminérgica em pacientes esquizofrênicos. Não podemos esquecer que a alteração na fisiologia de uma rede neural interfere em outras, o que leva à complexidade da terapia destes pacientes.

MORAIS (2006) relata que além de todas as características que devem ser analisadas, postula-se a existência de vários subtipos de esquizofrenia, definidos, principalmente, segundo a natureza dos sintomas apresentados pelo indivíduo. No mesmo estudo, o autor mostra que a esquizofrenia se trata de um problema com acentuada prevalência na população: a esquizofrenia acomete cerca de 1% da população; normalmente, a idade de início está entre 15 e 30 anos de idade. Embora não seja comum, essa perturbação psiquiátrica pode ter início durante a infância.

Para finalizar, é importante destacar que uma gama de variáveis de natureza diversa pode influenciar na etiologia e desenvolvimento de transtornos mentais, como a esquizofrenia.

ATIVIDADES

01. O que é o sistema límbico? Como se relaciona com as emoções?

02. O Sistema Límbico é formado por um grupo de estruturas participantes das emoções, processamento de memórias declarativas e do controle autonômico. As emoções se encontram intimamente relacionadas a tomada de decisões.

Correlacione as áreas límbicas com suas respectivas funções:

A. Amídala	(	) lesões nesta região geram problemas de retenção.
B. Giro do Cíngulo	(	) participa na interpretação das expressões faciais.
C. Hipocampo	(	) lesões nesta região geram ferocidade e raiva.
D. Área Septal	(	) controle primário das funções autonômicas.
E. Hipotálamo	(	) lesões nesta região provocam apatia

a) a, c, d, b, e
b) c, a, d, e, b
c) c, a, b, d, e
d) a, d, c, b, e
e) c, a, e, d, b

03. (ENADE 2006) A memória e as emoções são estudadas tanto por técnicas psicológicas como através da neurociência. A partir de estudos realizados nos últimos anos e relatados em revistas científicas especializadas, pode-se concluir que:

a) eventos desagradáveis são melhor lembrados do que eventos agradáveis, pois representam traumas rememorados obsessivamente.
b) a emoção e a memória não se relacionam, pois são controladas por regiões diferentes do cérebro.
c) as lembranças de intensa emocionalidade, agradáveis ou desagradáveis, são melhor lembradas do que lembranças neutras.
d) eventos desagradáveis levam à formação de falsas memórias.
e) a memória depende da repetição dos eventos, ou da frequência de sua evocação, mas não depende de seu conteúdo afetivo.

REFLEXÃO

Neste capítulo, abordamos os mecanismos relacionados à memória e à aprendizagem, destacando os estágios importantes, tipos de memória, estruturas cerebrais e bases biológicas. Vimos também os mecanismos de ação do comportamento emocional, funcionamento do sistema límbico. Fechamos o capítulo analisando a organização do pensamento, divisão do cérebro e funções corticais específicas. Exemplificamos disfunções associadas à memória (tipos de amnésia), a fisiologia do estado ansioso e também analisamos a esquizofrenia como um dos principais transtornos mentais associados ao pensamento.

No próximo capítulo, discutiremos, com mais detalhes, os processos relacionados à linguagem, as principais afasias da linguagem. Veremos também os processos automáticos e voluntários da atenção, com destaque para transtornos como TDA e TDAH.

Vamos lá?

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AIRES, M.M. **Fisiologia**. Grupo GEN, editora Guanabara Koogan, 3. ed. 2008, p.1352.

CONNORS, B.W.; BEAR, M.F.; PARADISO, M.A. **Neurociência: Desvendando o Sistema Nervoso. Artmed,** 3. ed. 2008, Porto Alegre, p.855**.**

CORTEZ, C.M.; SILVA, D. **Fisiologia aplicada à Psicologia.** Grupo GEN, editora Guanabara Koogan, 1. ed. 2008, p.278.

CURY, R.; PROCOPIO, J. **Fisiologia Básica,** Grupo GEN, editora Guanabara Koogan, 1. ed. 2009, p.399.

ESPIRIDIÃO-ANTONIO, V. et al. Neurobiologia das Emoções – revisão da literatura. **Revista de Psiquiatria Clínica,** v.35, n.2, p.55-65, 2008.

KANDEL, E. R.; Schwartz, J. H.; JESSETTE, T. M. Princípios da Neurociência. Editora Manole, 4.ed. p.1412., 2003.

MORAIS, G. F. "Etiologia e desenvolvimento da esquizofrenia: diferentes perspectivas e tendências atuais". Monografia apresentada à Faculdade de Ciências da Saúde – FASU, Garça – SP, Brasil, p.84p., 2006.

MOURÃO Jr., C. A.; ABRAMOV, D. M. **Fisiologia Essencia**l. Grupo GEN, editora Guanabara Koogan, 1.ed. 2011, p.399.

RODRIGUES, S.D.& CIASCA, S. Aspectos da relação cérebro-comportamento: histórico e considerações neuropsicológicas. **Revista de Psicopedagogia**,v.27, n.82, p.117-26, 2010.

4

Linguagem e atenção

4. Linguagem e atenção

O córtex cerebral é a região do Sistema Nervoso responsável pelo pensamento. Mais que qualquer outra parte do sistema nervoso, o córtex é o local das funções intelectuais que nos tornam humanos e que tornam cada um de nós um indivíduo único. Essas funções incluem a capacidade de usar a linguagem e a lógica e de exercitar a imaginação e o julgamento

É disso que trataremos neste capítulo, funções do córtex cerebral e a importância no processamento da linguagem e atenção.

Preparados?

OBJETIVOS

- Analisar a organização funcional do cérebro, em especial do córtex cerebral e as áreas sensoriais, motoras e de associação;
- Compreender os processos relacionados à linguagem: compreensão e expressão da linguagem;
- Analisar as áreas encefálicas relacionadas à linguagem;
- Conhecer algumas afasias relacionadas à linguagem;
- Discorrer sobre as funções e atividades do córtex cerebral no processamento da atenção;
- Conhecer algumas doenças associadas à atenção: Dislexia e TDAH.

4.1 Mecanismos da linguagem

4.1.1 Organização funcional do cérebro

Para que as informações advindas do ambiente resultem em comportamentos adequados, elas devem ser trabalhadas em diversas etapas, com divisão de trabalho em que há etapas:

- **Primárias:** mais básicas, de tratamento da informação.
- **Secundárias:** de percepção e reconhecimento da informação.
- **Terciárias:** de associação.

Já a informação para um comportamento parte de uma etapa terciária, para que, em uma região motora, sejam planejados e executados os movimentos relativos a esse comportamento.

Nosso cérebro apresenta áreas especializadas:

• Área sensorial primária: recebe o que é captado pelos nossos sentidos.

• Áreas sensoriais secundárias: realiza a análise dos dados recebidos pelas áreas primárias.

• Áreas de associação: o que se percebe é associado a decisões subsequentes, conscientes, e são desenvolvidos processos não diretamente relacionados com a percepção ou com o comportamento, como a memória.

• Áreas motoras secundárias: onde as ações são planejadas segundo seus objetivos e variáveis do meio.

• Área motora primária: controla a execução direta do movimento.

Os centros corticais de associação são três: parieto-occipitotemporal, pré-frontal e límbico. Os dois primeiros são formados por áreas corticais, enquanto o último contém também uma série de estruturas subcorticais como amígdala, hipotálamo, já mencionados nos capítulos anteriores, como vemos na figura 4.1.

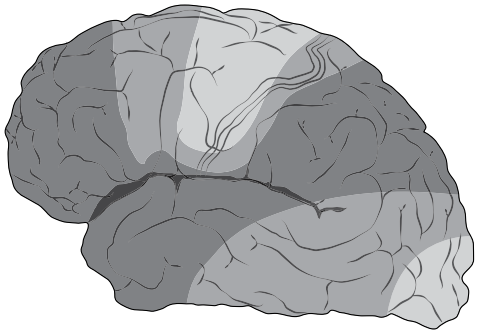


Figura 4.1 – Organização hierárquica do cérebro. Fonte: MOURÃO-Jr & ABRAMOV (2011).

Na figura anterior, vemos que as regiões primárias estão assinaladas as áreas claras do desenho, e correspondem a uma parte mínima do córtex cerebral. As regiões mais escuras ilustram os córtices associativos parieto-occipito-temporal, pré-frontal e límbico.

4.1.2 Córtex cerebral

O córtex cerebral é um mosaico de unidades organizadas em colunas, e cada uma delas com combinação única de conexões aferentes e eferentes. Essas diversas áreas têm composição neuronal distintas e os circuitos dentro das colunas também diferem de uma área para outra.

Em geral, o córtex é considerado o assento das funções intelectuais superiores, aquelas faculdades de pensamento que alcançaram seus níveis mais complexos no homem.

O córtex cerebral pode ser dividido em quatro categorias funcionais gerais:

- Córtex sensorial;
- Córtex motor;
- Córtex de associação unimodal;
- Córtex de associação multimodal.

Adjacente à cada área sensorial primária, há uma região do córtex que se dedica a um nível mais alto de processamento da informação relevante para aquela modalidade sensorial específica. Essas áreas são chamadas de córtices de associação unimodais.

A lateralização cerebral é um ponto importante a ser considerado no estudo das funções corticais. Os dois hemisférios cerebrais apresentam especializações funcionais que distinguem um do outro (figura 4.2). E essas especializações implicam, algumas vezes, em assimetrias anatômicas.

© DOGGYGRAPH | SHUTTERSTOCK.COM

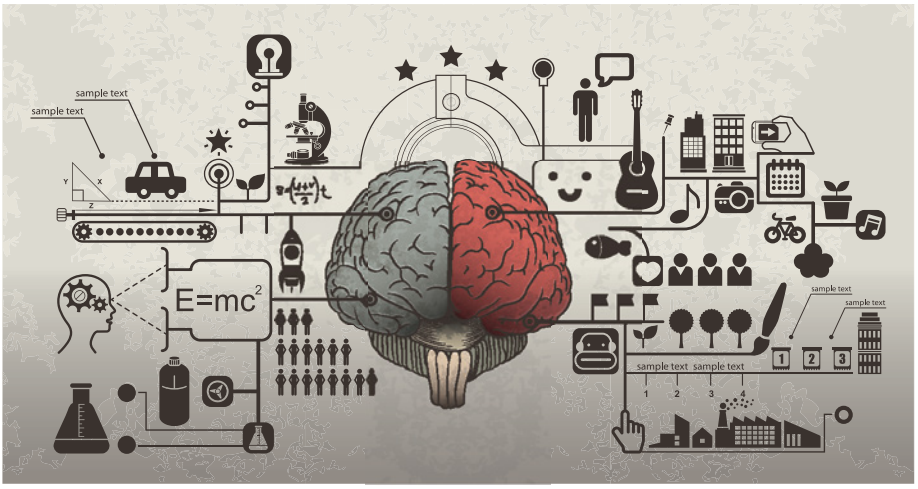


Figura 4.2 – Ilustração de representação dos hemisférios cerebrais, esquerdo e direito, respectivamente e suas funções principais.

Muito do conhecimento sobre a lateralização cerebral vem de estudos com pacientes que tiveram perda de tecido cortical, anestesia hemisféricas, ou estimulação elétrica. Nas pessoas destras e, em mais de metade das pessoas

canhotas, o hemisfério dominante é o esquerdo, e certas funções corticais se localizam nesse hemisfério.

A linguagem e a habilidade matemática, por exemplo, são funções do hemisfério dominante, enquanto a habilidade musical é uma característica do hemisfério não dominante. Como evidência dessa dominância cerebral esquerda, as lesões cerebrais que afetam a linguagem são encontradas no hemisfério esquerdo em 95% dos casos.

Algumas lateralizações são tão fortes que a pessoa não consegue iniciar processos específicos sem a área hemisférica dominante, sendo a linguagem escrita e a falada dois exemplos importantes.

4.1.3 Processamento da linguagem

A linguagem é a faculdade de comunicação usando símbolos organizada por um sistema de gramática para descrever coisas e eventos e também expressar ideias. Os signos da comunicação podem ser gestuais, sonoros, gráficos etc., e são detectados pelos sentidos especiais (visão, audição, olfato e gustação) e gerais (somestesia – tato e propriocepção). Sistema sensorial será assunto do nosso próximo capítulo.

CONCEITO

Linguística é a ciência que estuda a linguagem verbal humana com ênfase na estrutura (formação, origem e decomposição) e na função (qual papel como elemento comum a uma coletividade de linguagem humana.

Na espécie humana, a linguagem é essencial para a integridade do desenvolvimento emocional e cognitivo. A linguagem verbal (falada) é a forma mais precoce de comunicação humana e ao falarmos, enfatizamos o significado das coisas modulando a voz e usando a expressão corporal não verbal (expressão facial, movimento do corpo, especialmente das mãos).

Sabe-se também que a capacidade para a linguagem pode estar comprometida seletivamente, com pouca ou nenhuma alteração dos sentidos da visão ou audição, por um dano cerebral na junção parieto-temporal ou no lobo frontal. Esse comprometimento é denominado AFASIA, e se trata de um distúrbio de

compreensão e da formulação da linguagem, não um distúrbio de audição, visão ou controle motor.

CONCEITO

Afasia é definida como a alteração na compreensão e/ou formulação da linguagem, secundária a uma disfunção de regiões cerebrais específicas, responsáveis por essa função cognitiva.

As afasias da linguagem serão mais discutidas adiante nesse mesmo capítulo.

O córtex associativo do lobo temporal (figura 4.3) inclui todo o lobo, com exceção das áreas 41 e 42 de Brodmann. A divisão das áreas corticais, denominadas áreas de Brodmann, já foi discutida no capítulo anterior.

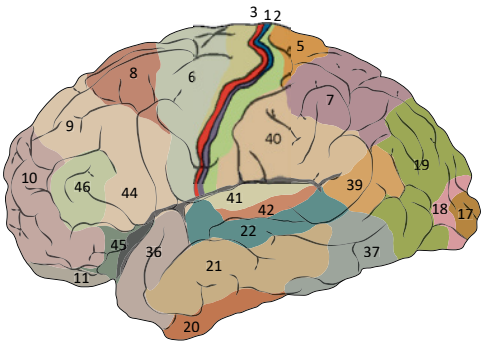


Figura 4.3 – Representação das áreas corticais de Brodmann. Fonte: http://www.appliedneuroscience.com/Brodmann.pdf

Essa área de associação temporal superior do hemisfério dominante é crucial para o entendimento da conversa e percepção da linguagem escrita. Além disso, a área de associação temporal superior tem papel também na discriminação auditiva.

Uma deficiência que merece destaque associada ao lobo temporal é a perda de memória de curto prazo por danos na área temporal inferior. Nessa área, lesões no hemisfério direito produzem severos déficits na memória visual de curto prazo e lesões do hemisfério esquerdo causam menor perda da memória visual, mas a perda da memória verbal de curto prazo é bem pronunciada.

Lesões bilaterais próximas à junção temporo-occiptal, que incluem a área 37, resultam em quadro de prosopagnosia, ou seja, a incapacidade de reconhecer faces familiares, incluindo a própria. Essa alteração não está relacionada à perda da percepção visual, mas à incapacidade de memorizar cenas recentes. O paciente com esse quadro pode reconhecer a família e os amigos pelas vozes.

4.1.4 Controle dos movimentos de precisão e da fala

Todos os movimentos de precisão são aprendidos e sua execução necessita de controle frequente que é realizado pelo córtex motor. Após a primeira tentativa de execução de um movimento, nas tentativas seguintes já serão realizadas revisões feitas a partir das informações sensoriais corretivas, adquiridas na primeira tentativa. A repetição desse processo leva à perfeição do movimento. Assim, o aumento da habilidade na execução de um movimento leva ao aumento na velocidade de realização, em função do processo de aprendizagem.

Vamos ver o que acontece com o movimento de escrever rápido, por exemplo.

O primeiro movimento ativa o padrão de uma letra, e os padrões referentes à outras letras vêm dentro do conjunto de padrões que representa a palavra a ser escrita. Quando há a ativação do padrão de uma letra errada para aquela palavra, observa-se que a escrita dessa letra é completada antes do reconhecimento do erro. Assim, a escrita de uma letra ou de uma frase é, na verdade, a ativação de uma sequência de padrões de atividade motora já armazenada e memorizada em blocos (CORTEZ & SILVA, 2008).

É importante destacar que o armazenamento desses padrões não envolve apenas o córtex motor, mas também algumas áreas sensoriais, o córtex associativo e alguns centros motores mais profundos, como os gânglios da base.

A estimulação elétrica de regiões do córtex pré-motor produz padrões de movimentos de precisão, em especial das mãos e formação das palavras durante a fala. E vemos a essencialidade do sistema sensorial para as respostas motoras, visto que é inviável a separação dessas duas funções do córtex cerebral, função sensorial e função motora.

Das áreas envolvidas no controle dos mecanismos de memória de sequências de padrões de atos motores destacamos a área de Wernicke, localizada na divisão entre os lobos parietal, Occiptal e temporal, e é classificada também como uma área de associação do córtex cerebral (figura 4.4).

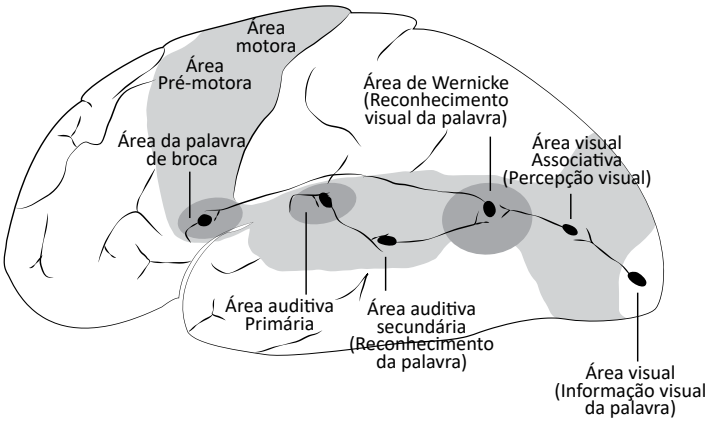


Figura 4.4 – Área de Wernicke e o circuito responsável pela elaboração e controle motor da palavra falada em resposta a estímulos auditivos e visuais. Fonte: Cortez & Silva (2008).

4.1.4.1 Área de Wernicke

A área de Wernicke é considerada a área de escolha das palavras. A expressão do pensamento, de sensações ou sentimentos através da palavra envolve motoras dependentes da interpretação e da formação de ideias. E essas funções são desempenhadas nas áreas associativas do córtex cerebral. As informações sensoriais passam pelas respectivas áreas sensoriais primárias e daí se dirigem para a área de Wernicke, onde são integradas, em busca de um significado integral, que permita o estabelecimento dos pensamentos e das palavras, para expressar o significado através da linguagem falada ou escrita. Sendo assim, a sequência de palavras capaz de expressar significado depende do córtex sensorial, do córtex associativo e não apenas do córtex motor.

Pode-se dizer que a área de Wernicke está intimamente relacionada com o desenvolvimento do pensamento a ser expresso em palavras.

No caso das palavras escritas acontece o seguinte. As imagens das letras alcançam os transdutores da retira e são transformadas em sinais nervosos, que seguem para o córtex visual primário (área 17) no lobo occipital, sendo decodificadas como palavras. A partir daí são interpretadas como frases na área associativa da visão (áreas 18 e 19) e as frases se transformam em pensamento na área de Wernicke.

4.1.4.2 Área de Broca

A área de Wernicke atua em associação com o córtex somestésico para iniciar uma sequência de sinais, que é transmitida para regiões específicas do córtex motor primário e pré-motor. No córtex pré-motor do hemisfério dominante se localiza o centro motor da fala, conhecida como área de Broca (áreas 44 e 45 de Brodmann). Nessa área, são formados os padrões motores que vão produzir os diferentes movimentos da laringe e da boca geradores da fala.

4.1.5 Principais afasias associadas à linguagem

Os dois tipos clássicos de afasias são a afasia de Broca e afasia de Wernicke.

4.1.5.1 Afasia de Broca

Também denominada afasia de expressão ou não-fluente. Consiste na perda da capacidade de falar fluentemente. Lesões que produzem essa deficiência estão localizadas no giro frontal inferior do hemisfério esquerdo, primariamente nas áreas de Brodmann 44 e 45. Pacientes com a forma mais intensa dessa afasia ficam incapacitados de falar, embora possam engolir e respirar normalmente e de fazer sons guturais. Nos casos menos graves ou em pacientes em recuperação, é possível uma fala limitada. Frases curtas como: "olá", "tudo bem", "sim", são as primeiras a voltar. No entanto a fala é lenta e trabalhosa, e a enunciação não é boa. Pessoas afetadas têm tanta dificuldade com a fala como com a escrita. As causas mais comuns da afasia de Broca são tumores e oclusões de ramos frontais da artéria cerebral.

4.1.5.2 Afasia de Wernicke

Também denominada afasia de compreensão. Essa deficiência é vista depois de lesão nos giros supramarginal e angular (áreas 37, 39 e 40) e da parte posterior do giro temporal superior (área 22) no hemisfério esquerdo. Pacientes com esse tipo de afasia grave são incapazes de compreender o que lhes é dito, incapazes de ler, incapazes de escrever linguagem compreensível e exibem fala parafásica fluente (capacidade de produzir fala fluente, clara e numa velocidade de normal ou ainda mais rápida que a normal). O conteúdo da fala, no entanto, não é entendido devido a frequente erros na escolha das palavras, uso impróprio de palavras ou uso de palavras sem sentido. Exemplo: "Fomos de carro na ponte para pimârides (sic) vermelhas estavam curvando os pastadores de gra-

ma". Pacientes com afasia de Wernicke estão muito menos cientes da extensão da sua incapacidade do que pacientes com afasia de Broca e, geralmente, ficam menos frustrados e depressivos com ela. A afasia de Wernicke pode ocorrer por oclusão de ramos temporais e parietais da arteria cerebral media. Hemorragias ou tumores no tálamo também podem produzir afasia de Wernicke.

4.1.5.3 Afasia de condução e Afasia global

A intensidade e a duração da afasia dependem da gravidade da lesão cerebral associada.

A afasia de condução resulta de interrupção das conexões ligando as áreas de Broca e Wernicke. Nesses casos a compreensão é normal e a fala é fluente, mas o paciente tem dificuldade para traduzir o que alguém lhe disse para uma resposta apropriada.

Um distúrbio mais profundo é a afasia global, que ocorre quando a oclusão da carótida produz danos que atinge as áreas de Broca e Wernicke, e a perda de linguagem é virtualmente completa, ou seja, já uma perda quase total da formulação do discurso e da sua compreensão, combinando características presentes nas afasias de Broca e de Wernicke. A compreensão é muito limitada, assim como a repetição. Esse tipo de afasia é geralmente acompanhado de hemiplegia direita e fraqueza da região direita da face. A tabela a seguir resume as características das principais afasias (tabela 4.1).

	DISCURSO	COMPREENSÃO	REPETIÇÃO	NOMEAÇÃO
BROCA	Não fluente	Normal	Pobre	Pobre
WERNICKE	Fluente	Pobre	Pobre	Pobre
CONDUÇÃO	Fluente	Normal	Pobre	Pobre
GLOBAL	Não fluente	Pobre	Pobre	Pobre

Tabela 4.1 – Principais características dos diferentes tipos de afasias

Devemos destacar que, a afasia também pode afetar a linguagem não verbal. Uma pessoa surda que use a linguagem de sinais pode perder a capacidade de usar ou compreender a linguagem de sinais depois de dano focal do cérebro no hemisfério esquerdo.

Um conjunto completamente de funções intelectuais é mediado no córtex de associação parietal do hemisfério não-dominante. O córtex parietal é considerado o mais altamente lateralizado do cérebro, ficando as funções de linguagem concentradas o hemisfério esquerdo, e as relações espaciais e de atenção seletiva concentradas no hemisfério direito.

4.1.5.4 Negligência contralateral

Em suas formas mais leves, pode ser apenas uma tendência de ignorar coisas no lado esquerdo do que cerca o paciente. Exemplo: pode-se pedir ao paciente para ler uma passagem curta e verificar cada palavra no processo. À medida que o paciente lê, as palavras no lado esquerdo da passagem são progressivamente ignoradas e somente aquelas na parte direita são percebidas (figura 4.5A).

Outro exemplo: é pedido ao paciente desenhar um círculo com os números do relógio. O paciente com lesão parietal direita colocará todos os números (1 a 12) no lado direito do círculo, ignorando completamente o lado esquerdo (figura 4.5B).

Em outros tipos de lesões do lobo temporal direito, o paciente pode não ser capaz de descrever seu trajeto de casa para o trabalho, ou desenhar uma planta de sua casa (figura 4.5C).

O paciente pode também, não ser capaz de duplicar uma construção simples com blocos enquanto olha um modelo. Essa dificuldade é denominada apraxia de construção (figura 4.5D).

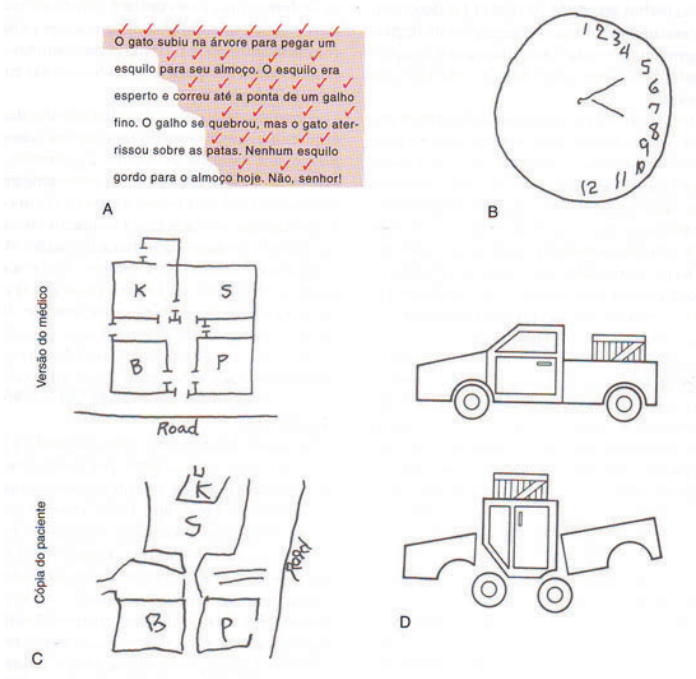


Figura 4.5 – Sinais de lesão no córtex de associação parietal não dominante. Fonte: HAINES (2006).

4.1.5.5 Apraxia e Agnosia

Apraxia é um distúrbio do controle motor que pode ocorrer depois de lesão do córtex de associação parietal, do córtex pré-motor ou do córtex motor suplementar. Não ocorre paralisia de músculos individuais ou de extremidades, e a força muscular pode não diminuir. Porém, o indivíduo afetado pode não coordenar seus músculos para executar um comportamento complexo. Exemplo: um paciente consegue visualmente reconhecer um martelo, pode nomear o objeto, explicar para que ele é usado, mas será incapaz de demonstrar como é usado para pregar um prego numa tábua. A apraxia pode afetas os músculos da fala e, assim, torná-la difícil.

Agnosia é um termo geral usado para descrever um grande grupo de distúrbios de nível superior de percepção sensitiva. Caracterizam-se por uma dificuldade do paciente em reconhecer estímulos sensoriais complexos, faces ou letras na modalidade visual ou melodias e palavras faladas na modalidade auditiva. A incapacidade de reconhecer um objeto familiar pela visão é uma agnosia visual, enquanto a incapacidade de reconhecer ruídos ou sons é uma agnosia auditiva. Esse tipo de deficiência também se estende ao olfato (agnosia olfativa), gustação (agnosia gustativa). As agnosias não são uma perda da sensibilidade primária, mas uma perda da capacidade de interpretar a sensação.

4.2 Mecanismos da atenção

4.2.1 Formação reticular

O tronco encefálico é uma estrutura relativamente pequena, porém que reúne uma gama significativa de funções básicas (figura 4.6). Além das vias ascendentes e descendentes, que conectam o cérebro às áreas segmentares, e um grande contingente de feixes de fibras transversais, o tronco encefálico contém:

- Núcleos dos nervos cranianos;
- Núcleos do sistema extrapiramidal;
- Núcleos da **Formação Reticular.**

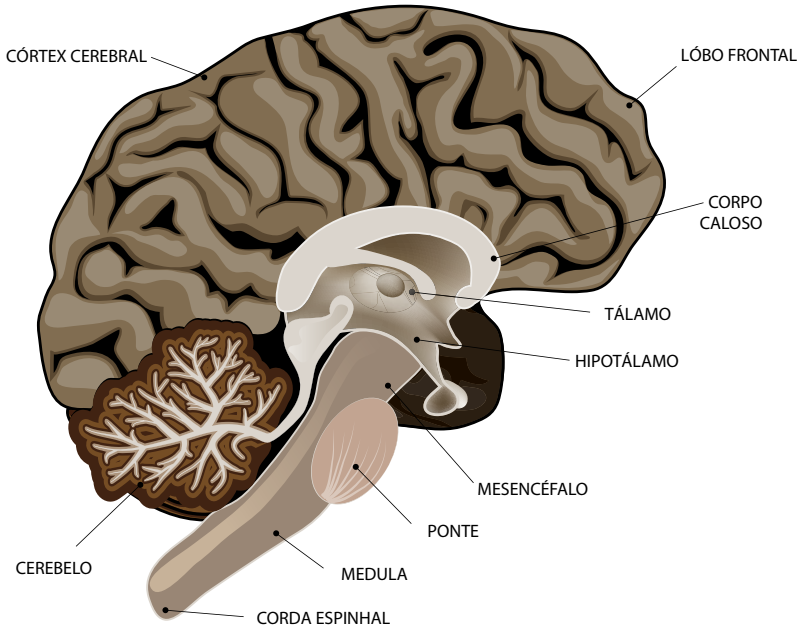


Figura 4.6 – Corte mostrando o encéfalo humano com destaque para a região do tronco encefálico.

Alguns núcleos da Formação Reticular têm como função o controle do ciclo de atividades conscientes, ou seja, o ciclo do sono-vigília, que será abordado no próximo capítulo.

O termo Formação Reticular designa o conjunto de fibras nervosas que se entrecruzam por dentro do tronco encefálico, entremeando corpos celulares de neurônios de diferentes dimensões e aspectos, formando um padrão anatômico com aspecto de rede. Essa estrutura ultrapassa os limites do tronco encefálico e se estende desde os níveis mais altos da medula cervical até a base do diencéfalo.

Na Formação Reticular, são encontrados dois tipos de neurônios com funções distintas:

• **Neurônios magnocelulares:** corpos celulares de grandes dimensões e axônios longos que se bifurcam, fazendo a integração entre os níveis segmentares e suprassegmentares nos dois sentidos.

• **Neurônios parvocelulares:** corpos celulares pequenos, com dendritos e axônios curtos e altamente ramificados, caracterizando a função de associação típica dos neurônios internunciais.

Para fins didáticos, a Formação Reticular pode ser dividida em duas porções, de acordo com o eixo integrativo: a FR ativadora ascendente e a FR descendente. Trataremos nesse capítulo da FR ativadora ascendente e da relação com o controle dos processos de atenção.

4.2.2 Sistema Reticular Ativadora Ascendente (SARA)

É o conjunto das áreas reticulares de onde se originam fibras que ascendem para áreas supra-segmentares, sendo responsáveis pela ativação do córtex cerebral e de estruturas subcorticais encarregadas da reação de despertar.

Há duas importantes áreas da FR de onde se originam fibras de ativação do córtex cerebral:

- **FR mesencefálica:** capaz de produzir ativação generalizada do córtex cerebral, núcleos talâmicos, núcleos da base, hipotálamo, bulbo e medula espinhal. É responsável pelo estado de vigília normal.
- **FR talâmica:** tem como função o repasse da maior parte dos sinais facilitadores do mesencéfalo para todas as partes do córtex, provocando ativação generalizada, e a geração de sinais para a ativação de áreas específicas do córtex e a promoção do fenômeno da atenção.

4.2.2.1 Ativação do SARA

Tanto os estímulos sensoriais diretos quanto corticais são competentes para ativar o SARA e manter ou alterar o estado de sono ou vigília.

No trajeto pelo tronco encefálico, os feixes ascendentes, que conduzem informações sensitivas, enviam informações que fazem sinapse nos núcleos da FR. Isso permite que os estímulos sensoriais influenciem o estado de consciência. Porém certos tipos de estímulos sensoriais são mais potentes que outros na reação do despertar, estando os estímulos dolorosos e os proprioceptivos somáticos nos primeiros lugares da escala de potencialidade.

Devido à ativação voluntária do SARA, um estudando consegue se manter em vigília a noite toda. Seu propósito de se manter acordado dá origem a sinais corticais ativadores, que são enviados à FR e, por *feedback*, ativam o próprio córtex, gerando um tônus cortical que garante a sua vigília e capacidade para o desenvolvimento de atividade intelectual. Por outro lado, a atividade motora também necessita de um elevado estado de vigília e há um grande contingente de fibras que partem do córtex motor para a FR, e daí para os centros motores da medula.

A atenção é a faculdade da mente que determina o que estará no palco da consciência em um dado momento. Costuma-se comparar a atenção com o holofote que ilumina o palco. O que está sob o foco da luz, está na consciência (MOURÃO-Jr & ABRAMOV, 2011).

Tanto as experiências internas como as externas estão sujeitas ao foco da atenção. Esse foco pode ser evocado voluntariamente ou, então, de maneira passiva:

• **Atenção passiva (reflexiva):** quando aparece no contexto um estímulo ambiental contrastante (Exemplo: um ruído intenso em um contexto silencioso, ou um momento silencioso em um contexto turbulento). Estudos mostram que, independentemente do tamanho do contexto, o tempo gasto para se encontrar o estímulo contratante é o mesmo (figura 4.7).

Figura 4.7 – Detecção de um estímulo contrastante por atenção passiva, independentemente do tamanho do contexto. Fonte:MOURÃO-Jr & ABRAMOV (2011).

• **Atenção ativa (voluntária):**ocorre quando, voluntariamente, direcionamos o foco atencional para determinado ponto do contexto, buscando determinado estímulo. Imagine uma lanterna varrendo um quarto escuro com um foco de luz à procura de um objeto. Quanto maior o quarto, mais custoso e demorado será o processo de detecção do estímulo, aqui representado pelo objeto. Desse modo, vemos que a atenção voluntária depende do contexto por ser um processo de varredura (figura 4.8).

Figura 4.8 – Teste onde é pedido que se encontre a letra **A** nos dois grupos. Fonte:MOURÃO-Jr & ABRAMOV (2011).

Na figura acima vemos que, no grupo maior o trabalho é mais custoso, pois o processo atencional leva a uma varredura do contexto.

A vigília pode se apresentar em todas as gradações, desde o estado de total distração até a vigília extremamente elevada, onde a pessoa reage instantaneamente a qualquer estímulo sensorial. Essas alterações na gradação da vigília são causadas por variações nas atividades da FR mesencefálica.

O controle da atenção geral é realizado pelo mecanismo de controle da vigília, com um centro de controle no mesencéfalo e porção superior da ponte, no tronco encefálico. Já o direcionamento da atenção para aspectos específicos sensoriais imediatos ou memorizados se deve à ativação de áreas específicas do córtex por regiões específicas do tálamo. Essa ativação permite ao indivíduo destacar um objeto dentre todas as informações que entram pelas vias sensoriais ou que transitam pelo córtex. Desse modo, o "objeto da atenção" se torna o "FOCO". Isso resulta da ativação elétrica reforçada promovida pelo sistema tálamo-cortical na área cortical do foco da atenção. Por outro lado, regiões ativadas do córtex podem controlar seu próprio fluxo de informação. Exemplo: o córtex auditivo pode, inibindo ou facilitando sinais provenientes da cóclea, selecionar sons que devem ocupar o primeiro plano da estimulação do córtex auditivo.

O eletroencefalograma (EEG) é o registro da atividade elétrica cortical do cérebro, sendo composto por ondulações chamadas de ondas cerebrais. Na prática, são colocados eletrodos no couro cabeludo do paciente, esses eletrodos são conectados a um amplificador de voltagem, que aumenta a amplitude do sinal elétrico gerado pelo cérebro, possibilitando sua apresentação numa tela ou registro gráfico. CORTEZ & SILVA (2008) relatam que essa é uma técnica utilizada dede 1929, descoberta pelo psiquiatra alemão Hans Berger. As

características das ondas elétricas cerebrais variam conforme a atividade cerebral, sendo a amplitude e a frequência do EEG diferentes para os diversos estados de consciência: sono, vigília, sonolência e coma. Podem ser discriminadas ondas: alfa (α), Beta (β), Delta (Δ), Teta (θ) (figura 4.9).

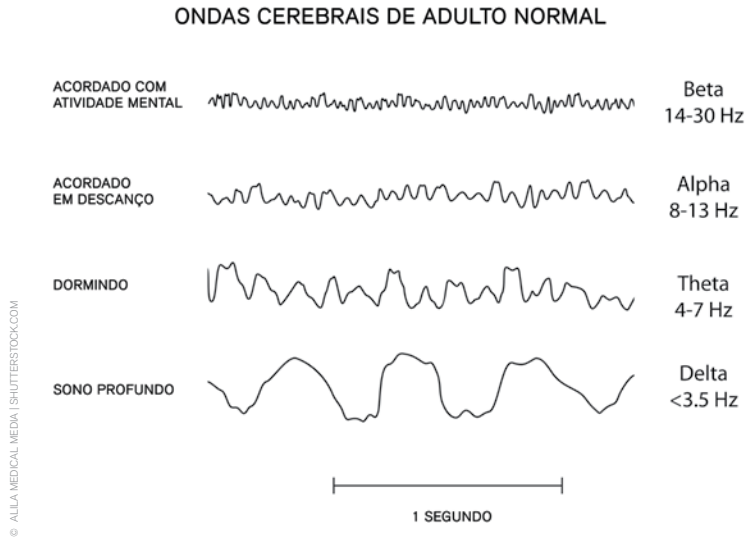


Figura 4.9 – Representação das ondas cerebrais detectadas através de um EEG. **Ondas alfa** (α): são características do estado de repouso vigil (acordado de olhos fechados), sendo resultante da diminuição da atividade da conexão córtex-talâmica. Principalmente colhidas na região occipital.

• **Ondas Beta** (β): colhidas na região frontal e parietal durante a vigília. Algumas formas de onda Beta podem aparecer durante a atividade do SNC e durante a tensão nervosa.

• **Ondas Delta** (Δ)**:** ondas colhidas estritamente no córtex, independente da atividade das regiões inferiores. Sua presença no sono profundo sugere que o córtex está liberado das influências do SARA. São ondas características do sono profundo no lactente e de enfermidades cerebrais orgânicas muito graves.

• **Ondas Teta** (θ): características das regiões parietais e temporais. Normalmente aparecem em crianças. Em adultos estão associadas a estados de estresse emocional, desapontamento, frustração, e em distúrbios mentais.

Atualmente, uma técnica de EEG muito usada é a **Topografia cerebral ou mapeamento cerebral,** que faz uso de um grande número de eletrodos formando

um arranjo geométrico específico, e que permite o registro e digitalização da atividade elétrica simultaneamente de várias áreas cerebrais. Assim, a atividade elétrica é quantificada por área, sendo a sua variação representada na forma de gradação de cor, de acordo com padrões preestabelecidos.

COMENTÁRIO

Em neurologia, o EEG é usado para a localização de tumores e doenças vasculares focais do cérebro, bem como no monitoramento dos efeitos da abstinência de drogas psicoativas, infecções cerebrais, estado de coma, narcolepsia, e acompanhamento pós-cirúrgico cerebral.

Em psiquiatria, a topografia cerebral do EEG tem sido usada para o diagnóstico diferencial de vários transtornos como demência, esquizofrenia, depressão, atrofia cerebral, hiperatividade e distúrbios de atenção em crianças.

4.2.4 Principais distúrbios associados à linguagem e a atenção

4.2.4.1 Dislexia

A dislexia vem sendo descrita na literatura como uma dificuldade no processo de aprendizagem da leitura e da escrita. Caracteriza-se por uma leitura e escrita marcadas por trocas, omissões, junções e aglutinações de grafemas; confusão entre letras de formas vizinhas, como em mato por nato; confusão entre letras relacionadas a produções fonéticas semelhantes, como em trode por trote, popre por pobre, galçada por calçada; omissão de letras e/ou sílabas, como em entrando por encontrando, gera por guerra; adição de letras e/ou sílabas como, por exemplo, em muimto por muito ou guato por gato; união de uma ou mais palavras e divisão inadequada de vocábulos (MASSI & SANTANA, 2011).

Os autores mostram que temos, assim, duas instâncias de interpretação: uma, vinculada às ciências médicas, que oficializa os "erros" da escrita de aprendizes como sintomas de uma patologia, a dislexia, ligada à noção de tempo e de aprendizagem "homogênea"; e outra, ligada às ciências humanas, que interpreta tais "erros" como parte do processo de aquisição da escrita e de letramento.

Dessa forma, ela não é resultado da má alfabetização, desatenção, situação socioeconômica ou de pouca inteligência, e também são descartadas as

hipóteses de perda na acuidade visual e de problema mental. Assim, apontam-se indícios de que seja uma condição hereditária com presença de modificações genéticas também. O quadro mais abrangente da dislexia está localizado na criança em idade escolar, mas é importante lembrar que é uma dificuldade vitalícia e que os sintomas presentes em um ponto do desenvolvimento não estão necessariamente evidentes em outro.

A Associação Brasileira de Dislexia aponta possíveis sinais que podem ser detectados na pré-escola:

- Dispersão;
- Fraco desenvolvimento da atenção;
- Atraso do desenvolvimento da fala e da linguagem;
- Dificuldade de aprender rimas e canções;
- Fraco desenvolvimento da coordenação motora;
- Dificuldade com quebra-cabeças;
- Falta de interesse por livros impressos.

Alguns sinais na Idade Escolar:

- Dificuldade na aquisição e automação da leitura e da escrita;
- Pobre conhecimento de rima (sons iguais no final das palavras) e aliteração (sons iguais no início das palavras);
- Desatenção e dispersão;
- Dificuldade em copiar de livros e da lousa;
- Dificuldade na coordenação motora fina (letras, desenhos, pinturas etc.) e/ou grossa (ginástica, dança etc.);
- Desorganização geral, constantes atrasos na entrega de trabalho escolares e perda de seus pertences;
- Confusão para nomear entre esquerda e direita;
- Dificuldade em manusear mapas, dicionários, listas telefônicas etc.;
- Vocabulário pobre, com sentenças curtas e imaturas ou longas e vagas;

A figura a seguir ilustra uma das características que pode aparecer em pacientes disléxicos, a escrita espelhada (figura 4.10).

© BLACKBOARD10861 | SHUTTERSTOCK.COM

Figura 4.10 – Escrita espelhada, comum nas crianças durante a alfabetização e que pode ser um dos sintomas da Dislexia.

De acordo com a Associação Brasileira de Dislexia, o transtorno pode acometer de 0,5% a 17% da população mundial, e também pode manifestar-se em pessoas com inteligência normal ou mesmo superior e persistir na vida adulta.

O diagnóstico é feito por exclusão, em geral por equipe multidisciplinar (médico, psicólogo, psicopedagogo, fonoaudiólogo, neurologista). Antes de afirmar que uma pessoa é disléxica, é preciso descartar a ocorrência de deficiências visuais e auditivas, déficit de atenção, escolarização inadequada, problemas emocionais, psicológicos e socioeconômicos que possam interferir na aprendizagem. É de extrema importância estabelecer o diagnóstico precoce para evitar que sejam atribuídos aos portadores do transtorno rótulos depreciativos, com reflexos negativos sobre sua autoestima e projeto de vida.

4.2.4.2 TDAH

O Transtorno de Déficit de Atenção com Hiperatividade, também chamado de TDAH, é considerado o diagnóstico psiquiátrico mais comum na infância e se caracteriza por três categorias principais de sintomas, que são:

- Desatenção;
- Impulsividade;
- Hiperatividade.

No Brasil, a taxa de prevalência média encontrada nos estudos desse tipo foi de 3,6 a 5% da população escolar, porém alguns estudos indicam uma taxa de até 12% dessa população (BRZOZOWSKI & CAPONI, 2009).

Segundo os mesmos autores, o nome Transtorno de Déficit de Atenção (TDA) surgiu pela primeira vez em 1980, no DSM-III3, que dividia a doença em dois tipos: TDA com hiperatividade e TDA sem hiperatividade. Na quarta edição do DSM (DSMIV), o nome passou a ser Transtorno de Déficit de Atenção com Hiperatividade (TDAH) (PHELAN, 2005). Os critérios diagnósticos utilizados atualmente são os que constam na revisão da quarta edição do DSM (DSM-IV-TR, 2002) e estão resumidos a seguir.

Critérios Diagnósticos para Transtorno de Déficit de Atenção /Hiperatividade

A. Ou (1) ou (2) seis (ou mais) dos seguintes sintomas de desatenção persistiram por pelo menos seis meses, em grau mal adaptativo e inconsistente com o nível de desenvolvimento:

Desatenção

(a) frequentemente deixa de prestar atenção a detalhes ou comete erros por descuido em atividades escolares, de trabalho ou outras;

(b) com frequência tem dificuldades para manter a atenção em tarefas ou atividades lúdicas;

(c) com frequência parece não escutar quando lhe dirigem a palavra;

(d) com frequência não segue instruções e não termina seus deveres escolares, tarefas domésticas ou deveres profissionais (não devido a comportamento de oposição ou incapacidade de compreender instruções);

(e) com frequência tem dificuldade para organizar tarefas e atividades;

(f) com frequência evita, antipatiza ou reluta a envolver-se em tarefas que exijam esforço mental constante (como tarefas escolares ou deveres de casa);

(g) com frequência perde coisas necessárias para tarefas ou atividades (por ex., brinquedos, tarefas escolares, lápis, livros ou outros materiais);

(h) é facilmente distraído por estímulos alheios à tarefa;

(i) com frequência apresenta esquecimento em atividades diárias.

Hiperatividade

(a) frequentemente agita as mãos ou os pés ou se remexe na cadeira;

(b) frequentemente abandona sua cadeira em sala de aula ou outras situações nas quais se espera que permaneça sentado;

(c) frequentemente corre ou escala em demasia, em situações nas quais isto é inapropriado (em adolescentes e adultos, pode estar limitado a sensações subjetivas de inquietação);

(d) com frequência tem dificuldade para brincar ou se envolver silenciosamente em atividades de lazer;

(e) está frequentemente "a mil" ou muitas vezes age como se estivesse "a todo vapor"; (f) frequentemente fala em demasia.

Impulsividade

(a) frequentemente dá respostas precipitadas antes de as perguntas terem sido completadas;

(b) com frequência tem dificuldade para aguardar sua vez;

(c) frequentemente interrompe ou se mete em assuntos de outros (por ex., intromete-se em conversas ou brincadeiras).

A. Alguns sintomas de hiperatividade-impulsividade ou desatenção que causaram prejuízo estavam presentes antes dos 7 anos de idade.

B. Algum prejuízo causado pelos sintomas está presente em dois ou mais contextos (por ex., na escola [ou trabalho] e em casa).

D. Deve haver claras evidências de prejuízo clinicamente significativo no funcionamento social, acadêmico ou ocupacional.

E. Os sintomas não ocorrem exclusivamente durante o curso de um Transtorno Invasivo do Desenvolvimento, Esquizofrenia ou outro Transtorno Psicótico e não são melhor explicados por outro transtorno mental (por ex., Transtorno do Humor, Transtorno de Ansiedade, Transtorno Dissociativo ou um Transtorno da Personalidade).

A etiologia do transtorno é multifatorial, ou seja, enquanto fenótipo o TDAH resulta da interação de vários fatores ambientais e genéticos que atuam na manifestação de seus diversos quadros clínicos (COUTO et al., 2010). Em relação à

imaturidade emocional, alguns eventos pré ou perinatais como, por exemplo, o baixo peso ao nascer, a exposição ao álcool ou cigarros durante a gestação, aumentam o risco para o desenvolvimento do TDAH.

O tratamento do TDAH abrange abordagens múltiplas, envolvendo intervenções psicossociais e também psicofarmacológicas.

BRZOZOWSKI & CAPONI (2009) alertam que este rótulo diagnóstico dá a impressão de que as crianças que os possuem são similares e minimiza suas diferenças. Uma vez que o TDAH é visto como uma doença, as crianças com dificuldades de aprendizagem ou comportamento, que podem estar sendo causados por uma série de processos complexos, podem agora ter o rótulo de uma doença. Porém cada caso é um caso e merece atenção especial analisando todos os aspectos neurobiológicos, sociais e comportamentais de cada indivíduo. COUTO et al. (2010) defendem que se torna urgente a capacitação adequada de profissionais, bem como um programa permanente para esclarecer os pais e educadores sobre os diferentes aspectos tanto do TDAH como dos demais distúrbios neuropsicológicos que as crianças da atualidade podem apresentar.

ATIVIDADES

01. Após um acidente automobilístico e vários meses de trabalho de recuperação com fisioterapias, fonoaudiólogos, psicólogos e médicos um determinado paciente apresentou um quadro clínico que apesar de conseguir vocalizar as palavras, não conseguia pronunciá-las corretamente. Além disso, não conseguia dizer palavras ocasionais como sim e não.

Pelo quadro descrito acima qual alternativa que mostra a área cerebral mais provável que tenha sido lesada pelo acidente?

a) Área de Wernicke
b) Área de Brodmann
c) Giro Hipocampal
d) Área de Broca
e) Área Pré-Central

02. Uma das descobertas mais importantes e surpreendentes da neurobiologia moderna é que a atividade elétrica do córtex cerebral é regulada basicamente pela formação reticular. Graças a inúmeras pesquisas a respeito do papel da formação reticular sobre o córtex cerebral, criou-se o conceito de Sistema Reticular Ativador Ascendente (SARA).

Com relação a este sistema, assinale a alternativa que apresenta as afirmações verdadeiras:

I) O SARA está envolvido na ativação do Córtex Cerebral.

II) Lesões na Formação Reticular Ascendente podem levar a um quadro de coma.

III) Durante o despertar ocorre uma redução da atividade do SARA.

IV) O SARA é responsável pelo controle do despertar cerebral e pelo nível de consciência.

V) Um aumento dos estímulos sensoriais pode dificultar o sono, principalmente por diminuir a ação ativadora da formação reticular sobre o córtex.

a) as alternativas I e III estão corretas.
b) as alternativas II, III e IV estão corretas.
c) as alternativas I, II e IV estão corretas.
d) as alternativas I e V estão corretas.
e) as alternativas I, II, III, IV e V estão corretas.

03. O que é formação reticular (FR)? Quais os efeitos da estimulação da FR sobre a atividade elétrica cortical? E sobre a musculatura esquelética?

REFLEXÃO

Neste capítulo, abordamos os mecanismos à linguagem, destacando a função do córtex cerebral no processamento da comunicação e linguagem. Vimos também a localização e funções das principais áreas da linguagem, área de Broca e área de Wernicke no hemisfério cerebral dominante. Exemplificamos as principais afasias da linguagem.

Na segunda parte deste capítulo, vimos o processamento da atenção e relação com o córtex cerebral, funcionamento da Formação Reticular e o SARA. Fechamos o capítulo discutindo os dois principais distúrbios associados à atenção, a Dislexia e o TDAH, abordando características, causas, tratamento.

No próximo capítulo, discutiremos com mais detalhes o sistema sensorial com destaque para os mecanismos da dor, aferências, vias ascendentes e descendentes e fecharemos o conteúdo analisando os estados de consciência, arquitetura do sono e principais distúrbios do sono.

Vamos lá?

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AIRES, M.M. **Fisiologia**. Grupo GEN, editora Guanabara Koogan, 3.ed. 2008, p.1352.

BRZOZOWSKI, F. S.; CAPONI, S. Transtorno de Déficit de Atenção com Hiperatividade: classificação e classificados. **Physis Revista de Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v.19, n.4, p.1165-1187, 2009.

CONNORS, B.W.; BEAR, M.F.; PARADISO, M.A. **Neurociência: Desvendando o Sistema Nervoso. Artmed,** 3.ed. 2008, Porto Alegre, p.855**.**

CORTEZ, C.M.; SILVA, D. **Fisiologia aplicada à Psicologia.** Grupo GEN, editora Guanabara Koogan, 1.ed. 2008, p.278.

COUTO, T. S.; MELO-JUNIOR, M. R.; GOMES, C. R. A. Aspectos neurobiológicos do transtorno do déficit de atenção e hiperatividade (TDAH): uma revisão. **Ciências & Cognição,**v.15, n.1, p.241-251, 2010.

CURY, R.; PROCOPIO, J. **Fisiologia Básica,** Grupo GEN, editora Guanabara Koogan, 1.ed. 2009, p.399.

MASSI, G.; SANTANA, A. P. O. A desconstrução do conceito de Dislexia: conflito entre verdades. **Paideia**, v.21, n.50, p.403-411, set-dez, 2011.

MOURÃO Jr., C. A.; ABRAMOV, D. M. **Fisiologia Essencia**l. Grupo GEN, editora Guanabara Koogan, 1. ed. 2011, 399 p.

RODRIGUES, S.D.& CIASCA, S. Aspectos da relação cérebro-comportamento: histórico e considerações neuropsicológicas. **Revista de Psicopedagogia**,v.27, n.82, p.117-26, 2010.

Sites pesquisados: <http://dislexia.org.br/v1/. Acesso em 15 abr.2016>.

5

Dor e estados da consciência

5. Dor e estados da consciência

Você já se perguntou por que sentimos dor? Por que temos regiões muito mais sensíveis que outras no corpo? Como são processadas todas as nossas informações sensoriais: Será que existe um setor específico para isso no nosso sistema nervoso? Ou também, por que dormimos? O que acontece enquanto dormimos?

Essas e outras questões intrigantes serão discutidas neste último capítulo. Preparados?

OBJETIVOS

- Compreender a organização do sistema sensorial, processo de recepção dos estímulos sensoriais, transdução do sinal e processamento no córtex cerebral;
- Compreender os mecanismos responsáveis pela dor e como são processados pelo sistema nervoso;
- Analisar diferentes tipos de dor e mecanismos de controle da dor;
- Conhecer alguns distúrbios relacionados à ausência da dor;
- Analisar o funcionamento do nosso SARA (Sistema reticular ativador ascendente) e como ele controla a ativação do córtex cerebral;
- Compreender o que são ritmos biológicos, ciclos circadianos e em especial, o ciclo sono-vigília;
- Caracterizar os dois estágios do sono, sono não-REM e sono REM e suas fases;
- Conhecer alguns distúrbios relacionadas ao sono.

5.1 Sistema somatossensorial

5.1.1 Modalidades sensoriais

Os sistemas sensoriais são a grande porta de entrada do sistema nervoso, e estão envolvidos na detecção e no processamento inicial de estímulos ambientais. Esses estímulos podem vir tanto do ambiente externo que circunda o organismo quanto de dentro do próprio corpo. É o processamento adequado dos estímulos captados pelos sistemas sensoriais, que permitirá ao organismo a elaboração e a execução de resposta adaptativa, sejam elas motoras, sejam vegetativas (figura 5.1).

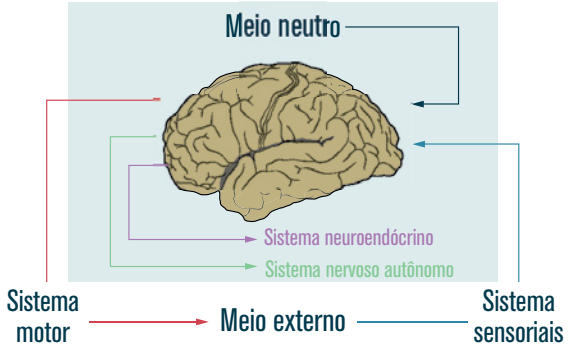


Figura 5.1 – Principais entradas (aferências) e saídas (eferências) do Sistema Nervoso.

Os seres humanos são capazes de perceber diversos tipos de estímulos físicos, como ondas de pressão, ondas eletromagnéticas, moléculas químicas dos alimentos ou volatilizadas no ar, temperatura, entre outros. Esses estímulos costumam ser divididos em categorias, sendo que cada categoria é detectada e processada por uma modalidade sensorial. Mais ou menos como estudávamos na época da escola sobre os "05 sentidos":

- Visão;
- Audição;
- Tato;
- Olfato;
- Gustação.

Essas modalidades, porém, não esgotam todas as classes de estímulos que o nosso sistema sensorial consegue processar. Podemos, por exemplo, perceber a posição de um membro do corpo no espaço, mesmo de olhos fechados, ou sabermos se estamos em pé ou deitados. Essa capacidade de perceber nosso próprio corpo no espaço recebe o nome de **propriocepção,** e ela existem graças aos nossos receptores localizados nos músculos e articulações, além do sistema vestibular. E ainda não há um consenso entre os pesquisadores sobre as diferentes modalidades sensoriais e como dividi-las didaticamente.

Usaremos a seguinte classificação, que julgamos mais didática em relação às diferentes modalidades sensoriais.

- Visão
- Audição
- Olfato
- Gustação

- Somestesia: Sensibilidade tátil
  Sensibilidade dolorosa
  Sensibilidade térmica
- Propriocepção: Sensibilidade muscular
  Sensibilidade articular
  Sensibilidade vestibular

Nessa classificação o tato foi substituído pela Somestesia, uma modalidade que engloba a sensibilidade do tato, dor e temperatura da pele e mucosas. A sensibilidade somestésica possibilita a consciência corporal e consciência da postura e dos movimentos, além da percepção da textura, forma, temperatura e peso dos objetos. Voltaremos a falar da somestesia mais adiante.

5.1.2 Transdução sensorial

O processamento da informação sensorial começa em estruturas especializadas denominadas receptores sensoriais. Esses receptores fazem a interface do Sistema Nervoso com o ambiente (interno e externo). E para cada modalidade sensorial há um tipo diferente de receptor sensorial. Os receptores podem ser neurônios modificados ou células especializadas inervadas por um neurônio. Independentemente do tipo de receptor, o papel deles é sempre o mesmo: **a transdução sensorial.**

O processo de transdução sensorial começa quando um estímulo ambiental atinge o receptor. Aí são desencadeadas mudanças estruturais no receptor, que causarão a abertura ou fechamento de canais iônicos na sua membrana, mais ou menos como o que ocorre como os potenciais pré-sinápticos no processo e sinapse, ou seja, na comunicação dos neurônios com receptores, dos neurônios com outros neurônios e dos neurônios com os efetores. Esse é o processo de transdução sensorial: ele começa com a chegada do estímulo no receptor e termina com a geração de potenciais de ação na fibra aferente, que levará essa informação para o sistema nervoso central.

Durante a transdução, a intensidade do estímulo sensorial é codificada pelo sistema nervoso. Quanto mais intenso for o estímulo, maior será a quantidade de canais abertos, maior a despolarização da membrana e maior a amplitude do potencial gerador. Quanto maior a amplitude do potencial gerador, maior a frequência de potenciais de ação gerados na fibra aferente. Lembre-se que a intensidade do estímulo é codificada pela frequência de potenciais de ação

que chegam ao sistema nervoso central pelas fibras aferentes, como vemos na figura 5.2.

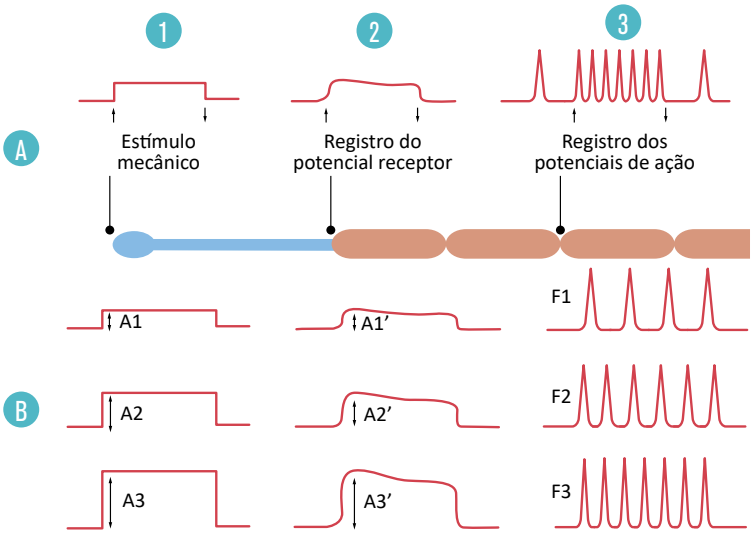


Figura 5.2 – Codificação da intensidade do estímulo sensorial pelo sistema nervoso. Fonte: Lent (2010).

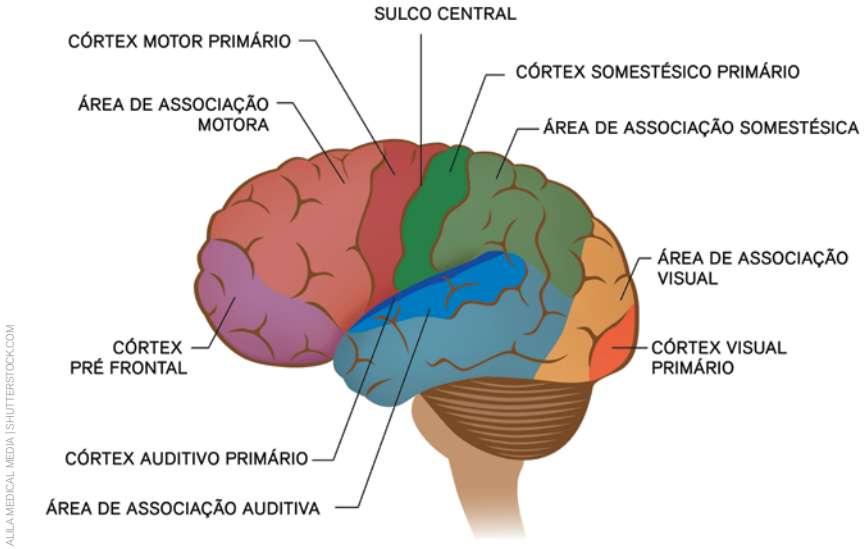
Vemos que, quanto mais intenso for o estímulo (coluna 1), maior será a amplitude do potencial gerador (coluna 2). E quanto maior a amplitude do potencial gerador, maior a frequência de potenciais de ação na fibra aferente.

Após a transdução, os potenciais de ação são conduzidos ao SNC por meio de fibras aferentes (axônios) que se agrupam em vias sensoriais. Conhecer o trajeto das vias aferentes de cada modalidade sensorial é de grande importância, pois a interrupção de uma determinada via (causada por um trauma ou lesão) pode ocasionar a perda daquela sensibilidade específica.

5.1.3 Centros superiores de integração

Após passarem pelo tálamo, as informações sensoriais chegam ao córtex cerebral, onde ocorre o processamento final desses sinais (figura 5.3). As áreas corticais que recebem as projeções do tálamo são denominadas **córtices sensoriais primários:**

- **Córtex visual**: localizado no lobo occipital.
- **Córtex somestésico**: localizado no lobo parietal.
- **Córtex auditivo**: localizado no lobo temporal.
- **Córtex gustativo**: localizado no lobo parietal.



© ALILA MEDICAL MEDIA | SHUTTERSTOCK.COM

Figura 5.3 – Representação dos córtices sensoriais e sua localização.

5.1.4 Vias e circuitos sensoriais

Para entendermos como se processam as vias sensórias vamos analisar um exemplo.

A via visual começa nos fotorreceptores localizados na retina, de onde parte o nervo óptico em direção ao tálamo. Do tálamo partem neurônios em direção ao córtex visual, localizado no lobo Occipital (figura 5.4). Essa é a via responsável pela percepção consciente dos estímulos visuais. No entanto, outras vias parte da retina em direção a outros alvos no sistema nervoso central, responsáveis por funções como controle dos movimentos oculares, reflexos de orientação etc.

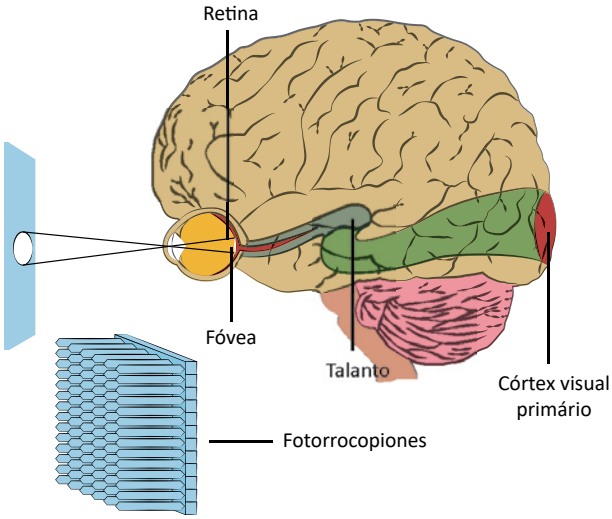


Figura 5.4 – Via sensorial que conduz a informação visual consciente. Fonte: Lent (2010).

Com exceção do olfato todas as outras modalidades sensoriais são processadas no tálamo, antes de chegarem ao córtex cerebral. Localizado no diencéfalo, o tálamo é formado por um conjunto de núcleos que se comunicam com o córtex. Por essa razão, o tálamo é muitas vezes considerado a "porta de entrada" do córtex cerebral.

A região da pele ou, no exemplo, da retina do olho, que, quando estimulada, causa a ativação de um neurônio sensorial, é denominada campo receptivo. Algumas regiões possuem grandes campos receptivos, pois muitos receptores convergem para um mesmo neurônio de primeira ordem e vários neurônios de primeira ordem podem convergir para um único neurônio de segunda ordem e assim por diante. Isso é denominado convergência. Nota-se que vias sensoriais muito convergentes possuem campos receptivos cada vez maiores.

O tamanho do campo receptivo no processamento sensorial tem importante papel na capacidade de resolução espacial da via sensorial. Por exemplo: uma região da pele que possui uma via sensorial muito convergente, onde os campos receptivos são grandes. Se dois estímulos forem aplicados simultaneamente nessa região, é provável que eles estimulem o mesmo campo receptivo. E assim, esse neurônio de primeira ordem "entenderá" a presença de apenas um estímulo. Isso pode ser detectado em regiões como tronco e membros (figura 05). É possível que somos capazes de detectar estímulos táteis com precisão utilizando a ponta dos dedos, mas não outras regiões da pele. Resumindo: o

tamanho do campo receptivo determina a capacidade tátil de discriminação de dois estímulos ao longo da pele que recobre o corpo.

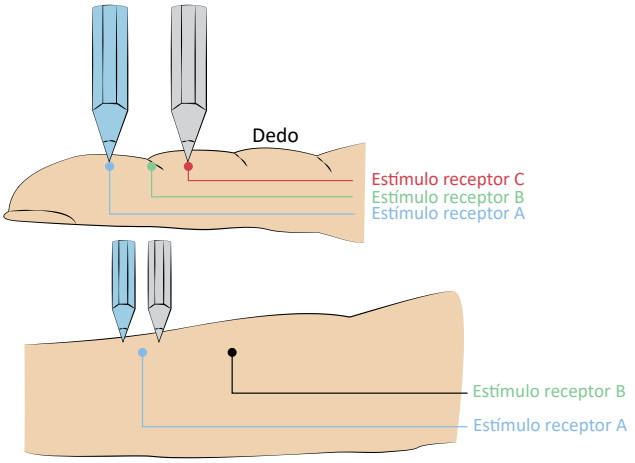


Figura 5.5 – Comparação entre o tamanho do campo receptivo em duas regiões diferentes, ponta do dedo da mão e região do braço. Fonte: Shepherd (1994).

Na pele, a maior parte dos campos receptivos por superfície de pele é encontrada na palma das mãos e no rosto, ou seja, regiões que apresentam campos receptivos menores. Essas regiões da pele, nas quais existe uma maior densidade de campos receptivos são justamente aquelas que apresentam uma maior representação no córtex somestésico.

Podemos realizar uma experiência interessante com um compasso (figura 5.6).

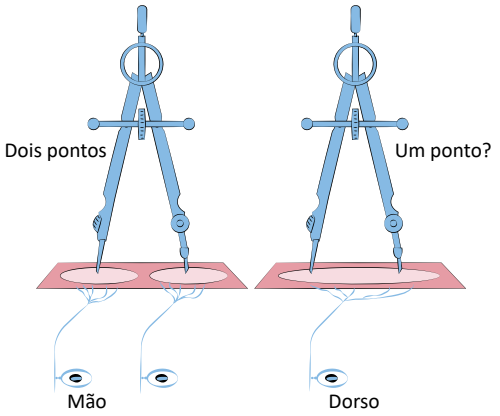


Figura 5.6 – Teste do compasso na pele da mão e das costas para verificar os campos receptivos. Fonte: MOURÃO-Jr & ABRAMOV, 2003.

Abra o compasso conforme você vê na figura, primeiro com a maior abertura, estimulando a palma da mão e as costas de uma pessoa. Pergunte a ela quantos pontos está sentindo. Vá fechando paulatinamente o compasso e repetindo a experiência. Você perceberá que, em determinado grau de abertura nas costas, a pessoa dirá que sente apenas um ponto, enquanto continua a sentir dois pontos na mão, para a mesma abertura. Isso recebe o nome de discriminação entre dois pontos. Quanto menores os campos receptivos, maior a capacidade de discriminar pontos.

5.1.5 Classificação dos receptores

Existe uma classificação geral que agrupa os receptores sensoriais em função de sua localização. Segundo essa classificação há:

- **Exteroceptores:** encontrados na pele e relacionam o indivíduo com o mundo exterior. São receptores sensíveis ao tato, pressão, luz, som, variação da temperatura.
- **Proprioceptores**: receptores localizados nos músculos, tendões e articulações. Eles captam informações sobre comprimento dos músculos, tensão nas articulações, etc.
- **Visceroceptores**: receptores localizados nos órgãos internos, associados à sensação do tipo dor e distensão visceral, pressão DE O_2 etc.

Uma outra classificação geral agrupa os receptores em cinco classes, segundo a forma de energia à qual eles respondem. Dessa forma existem:

- **Mecanoceptores**: sensíveis à deformação mecânica dos tecidos.
- **Termoceptores**: sensíveis à variação de temperatura.
- **Nociceptores:**respondem a estímulos nocivos, relacionados com algum tipo de dano tecidual.
- **Quimioceptores**: monitoram as concentrações dos gases e substâncias químicas dissolvidas nos líquidos corporais e sangue. São relacionados com as sensações de gustação e olfato.
- **Receptores eletromagnéticos:** chamados de fotorreceptores, são células sensoriais encontradas na retina, responsáveis pelo sentido da visão.

Nesse capítulo trataremos especialmente dos nociceptores.

5.1.5.1 Nocicepção

A Nocicepção é o processamento sensorial de estímulos nocivos ou dolorosos, o qual fornece sinais que desencadeiam a experiência da dor. Entretanto, não existem estímulos dolorosos específicos que geram dor em todas as pessoas, pois esse é um fenômeno que pode ser influenciado pelo estado atual, emocional ou até cultural do indivíduo. Por exemplo, um jogador de futebol se choca com outro durante uma partida e não detecta uma lesão. Ao final do jogo, ele pode apresentar dor no local indicando que ocorreu algo que não foi percebido. Embora a Nocicepção não seja necessariamente leve à percepção consciente da dor, ela é essencial à sobrevivência em um ambiente hostil.

A dor é a sensação mais evidente, mais intensamente estudada, a mais importante do ponto de vista clínico e a menos compreendida. A própria definição de dor ainda é alvo de muita discussão.

Por sua vez, a dor refere-se a uma experiência sensorial e emocional desagradável, associada a um dano tecidual real ou iminente. Assim, a dor é a percepção de sensações diversas que, geralmente, são ruins e oriundas de alguma parte do corpo.

Quando encostamos em um prego ou colocamos a mão em uma superfície quente, imediatamente retiramos a mão do local, que naquele momento, nos oferece perigo.

O que ocorre é uma reação reflexa que compreende receptores de dor, fibras aferentes que levam as informações dolorosas para o sistema nervoso, ativação de motoneurônios relacionados à musculatura do membro envolvido, chamado de reflexo nociceptor ou de retirada.

Os receptores de dor são terminações nervosas livres, e estão distribuídos por quase todo o corpo, incluindo pele, periósteo, articulações, músculos, paredes arteriais, meninges e vísceras. Existem três tipos de nociceptores: receptores mecanossensíveis de dor, receptores termossensíveis de dor, e receptores quimiossensíveis de dor.

Em geral, a dor pode ser classificada como:

- **Dor nociceptiva:** que é ativada por estímulos nocivos intensos em receptores sensoriais de alto limiar. É uma dor rápida e aguda.
- **Dor inflamatória:** ocorre em casos de lesões teciduais, inflamatórias e envolve a liberação de mediadores químicos (histamina, serotonina, bradicinina). É uma dor crônica.

• **Dor neuropática:** oriunda de lesões ou disfunções do sistema nervoso periférico e central. É também uma dor crônica.

O limiar para deflagrar a dor tem que ser alto o suficiente para que não interfira nas atividades normais, mas baixo o suficiente para que seja evocado antes que ocorra dano tecidual. Porém, esse limiar nem sempre é fixo, o que caracteriza o fenômeno da sensibilização (aumento da sensibilidade dolorosa quando o estímulo aumenta), que pode ocorrer nas dores crônicas.

A ativação dos nociceptores não é a única maneira de gerar dor. Pode se dar por outros tipos de estímulos que causam a ativação de fibras mecanoceptivas, por exemplo. A dor nesses casos apresenta duas características: a alodina, quando a dor resulta de estímulos que são geralmente inócuos e a hiperalgesia, quando ocorre uma resposta excessiva aos estímulos nocivos, e a pessoa pode sentir dor até mesmo de maneira espontânea.

Em caso de inflamação tecidual, a liberação de mediadores químicos faz com que o limiar de ativação de receptores seja reduzido e a excitabilidade da membrana de terminais periféricos aumente, produzindo aumento de sensibilidade.

Quando um estímulo vibratório, por exemplo, é aplicado de modo concomitante ao estímulo nociceptivo, deixamos de sentir a dor por causa da ativação dos mecanoceptores. Talvez isso explique a analgesia produzida pela acupuntura e pelas massagens.

5.1.5.2 Classificação da dor

A dor pode ser classificada em função de vários parâmetros, tempo de duração, origem e qualidade.

Quanto ao tempo de duração:

• **Dor aguda:** episódios breves que podem se repetir ou não.

• **Dor crônica:** pode persistir mesmo depois de solucionada a causa orgânica de origem. Costuma ser acompanhada de sintomas depressivos, como distúrbio do sono, anorexia, alterações comportamentais e até suicídio.

Quanto à origem da dor:

• **Dor tegumentar superficial**: se manifesta como dor em pontadas ou punhaladas, de localização precisa e origem superficial. Em geral, de curta duração.

• **Dor tegumentar profunda**: dor em queimação, mal localizada, originária de estruturas mais profundas do tegumento. Também pode causar alterações de comportamento.

• **Dor visceral**: normalmente resulta de eventos do tipo – isquemia do órgão, lesão química, espasmos da musculatura lisa, distensão visceral, ou estiramento de ligamento. Normalmente se manifesta como cólica, mas pode apresentar sensação de queimação, constrição.

• **Dor referida**: condição em que a dor causada por uma lesão em um órgão interno se apresenta como se estivesse em uma área superficial do corpo, ao invés de ser localizada no próprio órgão de origem.

5.1.5.3 Mecanismos geradores de dor

A dor pode ser causada por alteração na permeabilidade da membrana do nociceptor devido à ação direta de algum estímulo mecânico ou térmico. Porém as dores resultantes de lesão tecidual, isquemia ou espasmos não são tão imediatas e envolvem a liberação de substâncias citoplasmáticas e a síntese de produtos no meio extracelular.

5.1.5.4 Vias da dor

Os impulsos gerados nos receptores de dor sobem pela medula espinhal, principalmente pelo trato espinotalâmico lateral. E há dois tipos importantes de fibras nervosas relacionadas com a dor, as fibras do tipo A-delta, que são mielínicas; e as fibras tipo C, mais delgadas e amielínicas.

As fibras A-delta representam 20% do total das fibras condutoras de sinais dolorosos, constituem a via da dor em pontada e são associadas a nociceptores mecano e termossensíveis.

As fibras C (80% do total) constituem a via da dor contínua ou em queimação, enviam ramificações para a substância reticular do tronco encefálico, em todos os níveis. A dor contínua é também chamada de dor lenta e é percebida somente um segundo ou mais após a ação do estímulo doloroso, e tende a aumentar lentamente durante muitos segundos ou até minutos.

Os circuitos de transmissão da dor também estão relacionados com a reação de luta ou fuga e também as reações típicas de declaração da dor: gemido, choro, gritos e contorção do corpo. A FR (Formação Reticular) em toda a sua extensão, bem como o hipotálamo e o tálamo, recebe sinais do córtex límbico, que podem ampliar a dor.

5.1.5.5 Sistemas de controle da dor

A comprovação de que a estimulação elétrica de certas regiões do SNC pode reduzir bastante ou até bloquear a dor levou neurofisiologistas a admitirem a existência de um sistema central de controle da dor, ou sistema analgésico central. As encefalinas, β-endorfinas e a 5-HT são substâncias que fazem parte do sistema central de controle da dor.

Hoje se sabe que existem vários receptores de opióides nas regiões do sistema analgésico central e vários neuromoduladores envolvidos no controle da dor.

Os mecanismos relacionados ao sistema de controle da dor têm finalidade adaptativa e funcionam como um sistema de defesa do organismo, tornando o sistema nervos apto a resistir à dor e permitir a luta ou fuga nos momentos necessários.

A morfina e outros opióides exógenos mimetizam o efeito das endorfinas. Os opióides sintéticos resultam de uma busca constante por drogas analgésicas com o potencial da morfina, mas que sejam livres dos efeitos colaterais típicos da morfina, cujo principal deles é causar dependência.

A acupuntura, por exemplo, é uma forma de tratamento da dor não farmacológica, e que envolve a liberação de substâncias do sistema analgésico central, em especial a β-endorfina.

Sabe-se que o sistema de controle central da dor é eficiente e extremamente importante durante atividades prolongadas em que há grande gasto energético, pois ele torna a dor suportável. Entretanto, o sistema emocional da pessoa pode interferir nesse sistema protetor, tornando-o inapto para as atividades do dia-a-dia, fazendo com que atividades rotineiras, somadas a pequenos problemas orgânicos, musculares e articulares, se tornem geradores de dores, às vezes, insuportáveis.

5.1.5.6 Insensibilidade congênita da dor

A Insensibilidade Congênita a Dor com Anidrose (CIPA) ou neuropatia sensorial autonômica hereditária do tipo IV (NSAH IV) constitui-se em uma desordem de origem genética, autossômica recessiva, que afeta o sistema nervoso central e periférico (ROZA & CHIAPPETA, 2007). Segundo os autores, há uma falha na diferenciação e migração das células da crista neural, tendo como consequência à ausência de fibras desmielinizadas e diminuição das fibras mielinizadas menores, fazendo com que esses pacientes não apresentem reação à dor e

temperatura. Além disso, suas glândulas sudoríparas não são inervadas, apesar de se apresentarem normais, levando assim à anidrose.

Devido à perda de reação à dor, um dos órgãos mais utilizados pelos pacientes para se automutilarem são os dentes, resultando em risco de lesões à língua, lábios e mucosa oral, podendo ocasionar graves mutilações orais. Na maioria dos casos, estes pacientes começam a morder sua língua ou dedos assim que seus dentes começam a nascer.

CONCEITO

Os opiáceos são substâncias derivadas do ópio e, portanto, estão incluídos na classe dos opióides - grupo de fármacos que atuam nos receptores opióides neuronais. Eles produzem ações de insensibilidade à dor (analgesia) e são usados principalmente na terapia da dor crônica e da dor aguda de alta intensidade. Produzem em doses elevadas euforia, estados hipnóticos e dependência e alguns (morfina e heroína) são usados como droga recreativa de abuso. Fonte: https://pt.wikipedia.org/wiki/Opi%C3%A1ceo

CURIOSIDADE

Pimenta realmente arde?

Ao contrário do que o bom senso possa considerar a sensação típica do sabor da pimenta não é a transdução de um sabor. É, na verdade, a estimulação de receptores somestésicos para a dor contidos na língua.

A **capsaicina** – substância contida na pimenta, é um irritante químico que estimula moléculas receptoras em células transdutoras de estímulo doloroso (nociceptores).

Na natureza, os sabores picantes são um sinal de alerta para o organismo não ingerir aquela substância. De fato, alguns tipos de pimenta contêm substâncias que, se fossem ingeridas em grande quantidade, seriam tóxicas. Assim, os receptores para capsaicina foram selecionados pela Evolução. Afinal, quem aguentaria comer um pote de pimenta malagueta?

5.2 Estados de consciência

5.2.1 Sistemas monoaminérgicos

Por que quando dormimos ou estamos em atividade cognitiva, diferentes ritmos dominam o nosso cérebro? Esses ritmos revelam que há um controle so-

bre a ativação cerebral como um todo. Já tratamos dessa central nos capítulos anteriores. Trata-se do Sistema reticular ativador ascendente (SARA), o conjunto de neurônios localizados no interior do tronco encefálico, responsável por ativar as funções cerebrais. Para que os processos mentais humanos sigam seu curso correto, o estado de vigília é fundamental.

É apenas em condições ótimas de vigília que o homem pode receber e analisar informações.

Os neurônios ativadores do SARA exercem uma função modulatória, sendo responsável pela consciência como estado mental e estado de atividade geral do sistema nervoso. Esses neurônios são células serotoninérgicas, dopaminérgicas, noradrenérgicas, histaminérgicas e colinérgicas, que formam um sistema denominado **sistema monoaminérgico.**

Existem dezenas de milhares de neurônios monoaminérgicos cujos corpos celulares encontram-se no tronco encefálico, e seus prolongamentos distribuem-se por todo o cérebro, conectando-se nos circuitos corticais e subcorticais.

É curioso observar que as medicações utilizadas na maioria dos transtornos mentais modulam a atividade dos sistemas monoaminérgicos no cérebro. Os antidepressivos e alguns ansiolíticos aumentam níveis de serotonina nas sinapses monoaminérgicas pela inibição da receptação da serotonina. Medicamentos e drogas ilícitas que estimulam as sinapses dopaminérgicas, como anfetamina e cocaína, otimizam a atividade cognitiva e a motivação e diminuem o limiar para o prazer. Já os medicamentos anti-histamínicos são potentes indutores do sono.

5.2.2 Ritmos biológicos e ciclo sono-vigília

A existência de ritmos biológicos em plantas, em animais e no homem foi relatada em diversos estudos no início da história do homem. Exemplo de ritmos biológicos:

- As estações do ano;
- A migração das aves;
- A movimentação das marés;
- As fases da Lua.

Segundo Barbosa-Lima & Guerrero-Vargas (2014), o termo "relógio biológico" se refere ao conjunto de mecanismos endógenos capazes de conferir

ritmicidade a processos fisiológicos e comportamentais do organismo independentemente das variações ambientais externas. As estruturas responsáveis por gerar essa ritmicidade são denominadas "osciladores" e sua capacidade oscilatória circadiana é decorrente da expressão rítmica de certas proteínas ao longo do dia, codificadas pelos "genes do relógio. Esses autores revelam que, em casos de troca de turnos de trabalho ou de viagens longas, o sistema circadiano e seus osciladores não são ajustados imediatamente, resultando num estado transitório de dessincronização interna. A troca de turno força os indivíduos a estarem ativos quando deveriam estar em repouso e a estarem em repouso quando deveriam estar ativos. Estes sinais externos podem acarretar doenças que caracterizam o quadro de dessincronização interna: insônia, distúrbios cardiovasculares e gastrointestinais, obesidade, depressão, ansiedade, estresse, diabetes, esterilidade, e até mesmo algumas formas de câncer.

Os ritmos biológicos dos seres humanos que seguem uma periodicidade de 24 horas são denominados ritmos circadianos.

Exemplo de ritmos circadianos:

- Variação da temperatura corporal;
- Produção de diversos hormônios (melatonina, cortisol, GH etc.);
- Ciclo sono-vigília.

Tratando especificamente do ciclo sono-vigília, podemos ver que a necessidade fisiológica do sono é controlada pela arquitetura intrínseca e pelo ritmo circadiano do sono e vigília.

Para um estado ótimo de vigília, um adulto requer de sete a oito horas e meia de sono num período de 24 horas, com despertares noturnos de até 5% do tempo total dormindo. Entretanto há diferenças individuais em relação à necessidade de sono. Algumas pessoas dormem apenas de quatro a cinco horas por noite. Outras necessitam de nove a dez horas.

A melatonina é um hormônio sintetizado pela glândula pineal, está envolvida em funções imunomodulatórias, anti-inflamatórias, antitumorais, antioxidantes e cronobiológicas. O aumento dos níveis de melatonina está relacionado ao aumento da sonolência e diminuição da temperatura corporal, o que propicia e facilita ainda mais o sono. A hipótese mais aceita é que a melatonina induz o sono através da redução da temperatura corporal, provavelmente por meio de sua ação nos receptores existentes em vasos sanguíneos periféricos, causando uma vasodilatação e consequente atividade nos centros do sono do hipotálamo (SOUSA-NETO & CASTRO, 2008).

Nosso melhor desempenho acontece quando há um equilíbrio entre inibição e ativação do córtex cerebral.

Agora você já parou para pensar por que nós dormimos?

Não sabemos ao certo, mas a sua privação pode causar inúmeros transtornos.

E então o que é o sono?

Podemos dizer que é uma perda reversível do estado de consciência, caracterizado por um estado de limiar reduzido aos estímulos ambientais. Em geral, quando dormimos, exibimos uma postura estereotipada, deitado e de olhos fechada, com período de reduzida atividade motora.

Segundo Mourão Jr & Abramov (2011), diversas teorias aparecerem para explicar porque o sono existe. Algumas teorias defendem que o sono é uma pausa no trabalho cognitivo, outras argumentam que o sono é um estágio para maturação neural, ou então um período necessário para organização do metabolismo e dos eixos neuroendócrinos. Existem ainda estudos que mostram que o sono de ondas lentas está relacionado com a liberação de hormônios e com a integridade do sistema imunológico e que, no sono REM ocorre aumento do fluxo sanguíneo cerebral e consolidação da memória.

A caracterização do sono, denominada polissonografia, envolve:

- Análise do comportamento da pessoa
- Exame de atividade cerebral (Eletroencefalograma – EEG)
- Exame de atividade muscular (Eletromiograma – EMG)
- Exame de movimentação ocular (Eletro-oculograma – EOG)
- Exames de atividades viscerais (frequência cardíaca, frequência respiratória, pressão arterial, etc).

Com o auxílio do EEG (eletroencefalograma), descobriu-se que, durante o sono, o cérebro dos seres humanos e da maior parte dos mamíferos exibe diversos ritmos, alguns característicos da atividade cognitiva intensa, outros dominados por ondas lentas, como os ritmos delta e teta.

Do ponto de vista neurofisiológico, sabe-se que os principais eventos que acontecem durante o sono são:

• **Deaferentação:** termo que significa perda ou "desligamento" das aferências ao sistema nervoso, ou seja, o bombardeio constante de informações neurais vindas do exterior, através dos órgãos sensoriais, como visão, audição, olfato, tato, dor, pressão, temperatura (como vimos na primeira parte desse

capítulo), etc, que deixam de atingir o córtex cerebral e não são mais percebidas conscientemente.

• **Perda da consciência:** todas as atividades conscientes, como autopercepção, vigília, alerta, atenção, pensamento, linguagem, cognição etc., que são em grande parte realizadas pelo córtex cerebral, também são desativadas durante o sono.

A indução ao estado de sono pressupõe uma necessidade biológica deste e as observações feitas em indivíduos privados das fases mais profundas do sono confirmam isso.

Num primeiro momento o indivíduo procura uma posição confortável, se possível, em ambiente propício, com poucos estímulos somestésico, visuais, auditivos. Fecha os olhos e gradualmente vai entrando num relaxamento somático e visceral, decaindo pouco a pouco a atividade cerebral.

A partir da análise do EEG, dividiu-se o sono em duas fases ou dois estágios:

• Sono REM (do inglês *rapid eyes movements* – movimento rápido dos olhos).

• Sono não REM (sono de ondas lentas).

O sono não REM pode ser subdividido em quatro etapas, nos quais a frequência das ondas diminui e sua amplitude aumenta progressivamente. Os estágios estão relacionados com a profundidade do sono.

A seguir veremos as características principais de cada uma das fases ou estágios do sono REM e não REM.

Sono não REM

Estágio 01: corresponde de 4 a 5% do período de sono de uma pessoa normal. É o estágio da transição do estado de vigília para o sono. Nesse estágio a pessoa se encontra em sono leve, há diminuição da atividade muscular, podem ocorrer algumas contrações musculares.

Estágio 02: corresponde de 45 a 55% do período de sono de uma pessoa normal. Ocorre diminuição da frequência cardíaca e frequência respiratória, há uma leve diminuição da temperatura corpórea. Nessa fase, podem ocorrer fusos de sono, que são salvas de descargas corticais periódicas de grande amplitude.

Estágio 03: corresponde de 4 a 6% do período de sono de uma pessoa normal. Tem início a produção de ondas delta.

Estágio 04: corresponde de 12 a 15% do período de sono de uma pessoa normal. É o chamado sono profundo. A respiração se torna rítmica e a movimentação muscular se torna limitada. Nessa fase o cérebro produz ondas delta.

Os estágios 3 e 4 são considerados associados com a recuperação de todo o organismo, restauração tecidual e crescimento corporal, ocorrendo aumento da absorção de aminoácidos (função anabólica).

Sono REM

Corresponde de 20 a 25% do período de sono de uma pessoa normal. Nessa fase as ondas cerebrais aceleram. O despertar espontâneo pode ocorrer nessa fase, durante a qual se acredita que ocorram os sonhos mais vívidos e dos quais mais nos lembramos. Nesse estágio, estamos em atonia muscular absoluta, talvez para evitar que executemos os comportamentos vivenciados nos nossos sonhos, como correr ou lutar. No entanto, apesar da atonia muscular, nosso cérebro está em grande funcionamento, no sono REM o EEG registra o mesmo ritmo assincrônico que ocorre na vigília.

O nome dessa fase se deve a possível movimentação rápida dos olhos que é verificada em pessoas que atingem o sono REM. Ocorre um aumento da frequência cardíaca e respiratória. É a fase onde o EEG fica dessincronizado, por isso é chamado também de sono paradoxal.

Em geral, o primeiro estágio do sono REM ocorre aproximadamente 90 minutos após o início do sono. As fases REM e não-REM se alternam em ciclos. Numa noite de sono de mais ou menos 08 horas, passamos por ciclos que se repetem umas 5 vezes. À medida que o sono chega ao fim, a profundidade diminui e a duração do sono REM aumenta (figura 5.7).

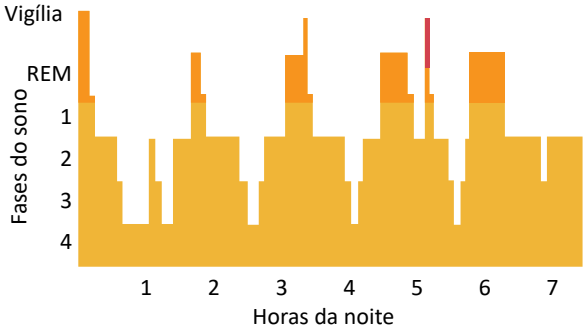


Figura 5.7 – Hipnograma mostrando as fases e a duração de cada uma delas durante uma note de sono. Fonte: http://www.atlasdasaude.pt/publico/content/insonias-0

Fazendo uma análise desse hipnograma, podemos extrair inúmeras informações:

• A pessoa dormiu em média 07 horas, atingindo todas as fases do sono durante esse período.

• A pessoa acordou 2 vezes durante o período de sono, atingiu o sono REM 4 vezes.

• Com relação ao sono profundo, ou correspondente á fase 4 do sono não -REM, vemos que a pessoa atingiu a fase 4 cinco vezes durante o período de sono.

• As fases 2 do sono não REM e o sono REM foram as fases que tiveram maior duração.

Sabe-se que alguns hormônios e neurotransmissores têm sua secreção vinculada ao ciclo sono-vigília, facilitando ou o estágio de sono, ou o estágio de vigília. Nas primeiras horas da manhã, há um aumento na secreção de TSH (hormônio tireoestimulante), de cortisol e de insulina, que são facilitadores da vigília, seja por aumento da taxa metabólica para iniciar as atividades do dia, ou indiretamente pelo aumento da glicemia e utilização de glicose pelas células.

Já o hormônio do crescimento (GH) tem seu pico de secreção durante as fases do sono não-REM de ondas lentas, assim como ocorre com a testosterona.

E como despertamos? Você já parou para se perguntar como isso acontece?

Ocorre uma estimulação das vias sensoriais com maior intensidade, ativando o SARA (Sistema reticular ativador ascendente, mencionado anteriormente) e dessincronização do córtex. Apesar de passarmos um terço da nossa vida dormindo, a função específica do sono e dos sonhos permanece um dos grandes mistérios da ciência.

5.2.4 Substâncias que agem sobre o ciclo sono-vigília

Várias substâncias interferem sobre o ciclo sono-vigília, excitando ou inibindo o SARA, algumas encontradas em alimentos e bebidas naturais e outras em drogas medicamentosas ou não.

A cafeína, as anfetaminas são estimulantes do SNC e intensificam o estado de vigília. Os derivados hipnoalgésicos (morfina, codeína), barbitúricos e benzodiazepínicos têm ação inibidora sobre o SARA, facilitando ou induzindo o sono.

5.2.5 Consciência

É a capacidade de reconhecimento da realidade externa e interna e a capacidade de responder a estímulos, é o **grau de vigília** que se encontra uma pessoa.

5.2.5.1 Alterações no estado de consciência

Coma: é um estado patológico de depressão funcional do SNC. Existem várias causas associadas, que podem ser traumáticas, físicas, metabólicas ou neurológicas, e pode estar relacionado a uma alteração do tronco encefálico na qual o SARA não mantém a ativação do encéfalo. Esse passa a exibir ondas com atividade lenta (frequência de delta a alfa) e baixa amplitude, demonstrando hipoatividade neural.

Estupor: estado em que apenas estímulos externos vigorosos e direto são capazes de despertar o paciente.

Confusão/obnubilação: compreensão inadequada das expressões exteriores, com perplexidade e prejuízos de atenção e orientação, é estar "sonolento".

Hiperalerta: estado de hiperatividade autonômica e com respostas exageradas,causada por uso de drogas, como anfetamina e cocaína; abstinência (benzodiazepínicos) ou mesmo estresse pós-traumático).

? CURIOSIDADE

Freud elaborou uma teoria especulativa acerca do conteúdo dos sonhos e a expressão do nosso "inconsciente". Ele pretendia desvendar, por meio da teoria da interpretação dos sonhos, aspectos cognitivos reprimidos no subconsciente em nossa mente, os quais poderiam explicar sintomas somáticos, histeria e diversas alterações emocionais ou corporais.

Estudos neurofisiológicos observam que, no período do sono REM, o hipocampo (região responsável pela consolidação da memória) está em franca atividade, juntamente com o neocórtex e o sistema visual. Acredita-se que, durante o sonho, o hipocampo transfira memória para o córtex e "limpe" seus bancos de dados para que, no dia seguinte, novas memórias possam ser adquiridas.

Contudo, os sonhos em si, experiência mental de uma consciência paralela, permanecem como mera especulação, possibilitando inúmeras interpretações.

NUNES (2002) relata que os distúrbios do sono são queixas bastante frequentes no consultório pediátrico. A maior parte dos distúrbios do sono pode ocorrer tanto em adultos como em crianças, o que difere é sua forma de apresentação. Possivelmente, somente as cólicas e a síndrome da morte súbita do lactente (SMSL) são distúrbios do sono exclusivos da infância, os demais casos podem ocorrer em qualquer idade, apesar de alguns predominarem na infância. A tabela abaixo (tabela 5.1) resume o perfil do sono de um bebê recém-nascido até o início da adolescência.

IDADE	TEMPO TOTAL SONO/24 HORAS	% SONO REM/NREM	SONO DIURNO	SONO NOTURNO
RN PREMATURO	22	80/20	Sim	ciclagem do sono independente de noite/dia
RN TERMO	16,5	60/40	Sim	ciclagem do sono independente de noite/dia
1 MÊS	15,5	50/50	Sim	ciclagem do sono inicia a relacionar-se com noite/dia
3 MESES	15	50/50	Sim	ciclagem do sono mais relacionada à noite/dia
6 MESES	14,2	40/60	Sim. Vigília diurna inicia a consolidar	dois longos períodos com uma interrupção
12 MESES	13,7	30/70	Sim, 2 sestas	consolidação sono noturno
2 ANOS	13	30/70	Sim, 1-2 sestas	consolidação sono noturno
5 ANOS	11	25/75	Não	somente
10 ANOS	9,7	25/75	Não	somente
ADOLESCÊNCIA	8,5	25/75	Não	somente

Tabela 5.1 – Tempo total de sono em função da idade. Fonte: NUNES (2002).

Insônia: dificuldade de iniciar o sono ou mantê-lo continuamente durante a noite ou o despertar antes do horário desejado. Depende de fatores como tais como ansiedade e estresse. São apontados como sintomas de que sofre de insônia, uma sonolência diurna exagerada, alteração de humor, alterações de memória e capacidade cognitiva, como aprendizado, raciocínio e pensamento (figura 5.8).

Figura 5.8 – Insônia, um dos distúrbios do sono de maior incidência. Fonte: www.shutterstock.com

Apneia do Lactente (ALTE): A apneia do lactente é definida como pausa respiratória inexplicada, com duração de 20 ou mais segundos, ou com menor duração, mas associada à bradicardia, cianose, palidez e hipotonia, considerando-se lactente com idade gestacional mínima de 37 semanas.

Síndrome da morte súbita do lactente: a SMSL é definida como a morte súbita e inesperada de lactente, que permanece inexplicada após extensa investigação. É a principal causa de mortalidade infantil nos países desenvolvidos. Os fatores de risco maternos e perinatais estão bem estabelecidos na literatura, e hoje, acredita-se que a etiologia deste processo esteja relacionada à imaturidade do mecanismo de despertar, associado a fatores ambientais (posição prona ao dormir) e à idade de risco (entre dois e três meses de vida). Tabagismo durante a gestação e exposição do lactente ao fumo também podem ser considerados fatores de risco.

Síndrome das pernas inquietas: esse problema acomete cerca de 7% da população, causando sensação desagradável nas pernas, nos ossos às vezes, como se fosse uma coceira ou friagem, sensação de formigamento e eventual dor.

Evoca uma sensação de angústia e necessidade de mover as pernas, ou ainda massageá-las, alongá-las. A pessoa não consegue iniciar o sono.

Enurese noturna: é considerada o distúrbio do sono mais prevalente e persistente da infância. O diagnóstico de enurese baseia-se nos seguintes critérios: idade cronológica >5 anos, e mental >4 anos; dois ou mais eventos de incontinência em um mês entre cinco e seis anos, ou um ou mais eventos após seis anos; ausência de doenças associadas à incontinência, como diabetes, infecção urinária e crises convulsivas generalizadas. Acredita-se que a mesma ocorre devido a uma associação de fatores envolvendo falha na liberação do hormônio ADH durante o sono, instabilidade vesical e inabilidade para despertar secundária à sensação de bexiga cheia.

Parassonias: consistem em fenômenos motores, autonômicos ou experienciais indesejáveis, que ocorrem durante o sono. As parassonias dividem-se em associadas a despertar parcial, ou não associadas a despertar. As parassonias associadas a despertar parcial ou incompleto ocorrem no primeiro terço da noite, em sono não-REM. Exemplo de parassonias:

- **Sonambulismo**: caracterizado por comportamento estereotipado e caminhar noturno. Pode ser calmo (o mais comum), ou agitado (associado a caminhar agitado, falar ininteligível, reação agressiva quando constrangidos). Apesar de o sonambulismo não ser propriamente perigoso, é bom lembrar que a criança pode envolver-se em situações perigosas, como sair de casa ou subir em janelas, sacadas.
- **Terror noturno**: ocorre em crianças maiores e em adolescentes, inicia de forma abrupta, com choro, gritos, olhos abertos, taquicardia, midríase, sudorese, a expressão facial é de medo intenso, a criança pode saltar da cama e correr sem direção. Os episódios são de curta duração (um minuto) e existem sérios riscos de a criança se machucar, batendo contra móveis e/ou janelas.

Narcolepsia: é uma síndrome clínica, relativamente rara no nosso meio, caracterizada por sonolência excessiva diurna, intromissões diurnas de sono REM (cataplexia e paralisia do sono) e alucinações hipnagógicas. É um distúrbio transmitido de forma hereditária. O início dos sintomas geralmente ocorre na adolescência ou na idade adulta, mas em alguns casos pode iniciar na infância.

Sonambulismo: diz respeito a episódios repetidos de comportamento motor complexo iniciado durante o sono, sendo mais comum em crianças do que adultos. Nos episódios leves, o sonâmbulo pode simplesmente sentar-se na cama, olhar em volta e se movimentar na cama. Durante os surtos de sonambulismo, os olhos da pessoa se mantêm abertos, permitindo orientação visual das ações, embora nem sempre tenha orientação suficiente para desviar de obstáculos. Estima-se que o sonambulismo tenha uma taxa de 0,5 a 2,5% entre os adultos e de 15 a 40% entre crianças.

5.2.6.1 Dicas para uma boa noite de sono

Algumas dicas para uma boa noite de sono são simples, mas importantes, como (figura 5.9):

- **Não coma muito e evite cafeína**, nicotina e álcool pelo menos quatro horas antes de ir dormir;
- **Mantenha um ritmo de sono**: vá para a cama na mesma hora todas as noites e tente manter essa rotina nos fins de semana;
- **Se não dormir em 30 minutos, levante-se e procure uma atividade relaxante como ouvir música suave ou ler**;
- **Evite fazer anotações, ler ou assistir TV na cama**;
- **Tome um banho morno**, tente relaxar e evite pensamentos desagradáveis. Quando o corpo está pronto para dormir, geralmente a temperatura dele cai. Um banho pode estimular a bioquímica do sono;
- **Exercite-se mais cedo**, sempre antes e nunca depois do jantar, ou pelo menos três horas antes de dormir;
- **Escureça tudo!** Geralmente, as pessoas dormem melhor em ambientes escuros;
- É difícil dormir sentindo fome; **coma algo leve antes de deitar-se**;
- Caso você tenha insônia ou dificuldade para dormir, **evite dormir durante o dia** ou, se estiver muito cansado, procure dormir menos de uma hora;
- **Aprenda a dominar o estresse**, faça um planejamento para diminuir o ritmo do dia- a dia, especialmente da segunda parte do dia.

© VECTORLIFESTYLEPIC | SHUTTERSTOCK.COM

Figura 5.9 – Dicas para uma boa noite de sono.

ATIVIDADES

01. A propriocepção é responsável por:

a) planejar os movimentos do corpo e membros.
b) executar os movimentos do corpo e membro.
c) regular a força e a aceleração movimentos do corpo e membros.
d) regular a força e a velocidade dos movimentos do corpo e membros.
e) informar o SNC sobre a posição e os movimentos do corpo.

02. Assinale a afirmativa verdadeira quanto ao que podemos dizer sobre os campos receptivos dos sistemas sensoriais:

a) O tamanho do campo receptivo e a quantidade de vias sensoriais convergentes não influem na maior precisão da capacidade de percepção do estímulo.
b) Campos receptivos menores, mas com menos vias sensoriais de convergência, são menos precisos na percepção do estímulo.
c) Campos receptivos maiores e com maiores vias sensoriais de convergência são mais precisos na percepção do estímulo.

d) O tamanho do campo receptivo e da quantidade de vias sensoriais convergentes influi na capacidade e precisão de percepção do estímulo.
e) Nenhuma das alternativas.

03. "...O sono é um estado de inconsciência do qual a pessoa pode ser despertada por estímulos sensoriais. É diferente do estado de coma onde o indivíduo não pode ser despertado por estímulos sensoriais ou de outra natureza. Existem várias fases do sono, onde a atividades cerebrais e neurovegetativas apresentam diferenças em seu funcionamento..."

Caracterize o sono NÃO REM e o sono REM.

REFLEXÃO

Neste capítulo, abordamos os mecanismos responsáveis pela somestesia, as diferentes modalidades sensoriais, receptores sensoriais e o processo de transdução. Focamos especificamente na Nocicepção, ou seja, processo neural de codificação e processamento de estímulos nocivos, mecanismos associados à dor. Estudamos também os estados de consciência e funcionamento do SARA (Sistema Reticula Ativador Ascendente), com destaque para o ciclo sono-vigília, as fases do sono e principais distúrbios associados ao sono.

Assim encerramos nosso conteúdo sobre Psicofisiologia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AIRES, M.M. **Fisiologia**. Grupo GEN, editora Guanabara Koogan, 3.ed. 2008, p.1352.

BARBOSA-LIMA, L. E.; GUERREIRO-VARGAS, N. N. O Relógio Biológico e os ritmos circadianos de mamíferos: uma contextualização histórica. **Revista da Biologia,** v.12, n.2, p. 1–7, 2014.

CONNORS, B.W.; BEAR, M.F.; PARADISO, M.A. **Neurociência: Desvendando o Sistema Nervoso. Artmed,** 3.ed., 2008, Porto Alegre, p.855**.**

CORTEZ, C.M.; SILVA, D. **Fisiologia aplicada à Psicologia.** Grupo GEN, editora Guanabara Koogan, 1.ed. 2008, p.278.

CURY, R.; PROCOPIO, J. **Fisiologia Básica,** Grupo GEN, editora Guanabara Koogan, 1.ed. 2009, p.399.

LENT, C. **100 bilhões de neurônios? Conceitos fundamentais de Neurociência.** 2.ed. São Paulo: Editora Atheneu, 2010.

BARBOSA-LIMA, L. E.; GUERREIRO-VARGAS, N. N. O Relógio Biológico e os ritmos circadianos de mamíferos: uma contextualização histórica. **Revista da Biologia,** v.12, n.2, p. 1–7, 2014.

MOURÃO Jr., C. A.; ABRAMOV, D. M. **Fisiologia Essencia**l. Grupo GEN, editora Guanabara Koogan, 1.ed. P.399, 2011.

NUNES, M. L. Distúrbios do sono. **Jornal de Pediatria**, v. 78, n.1, p. 63-72, 2002.

ROZA R.T.; CHIAPPETTA, A. L. M. L. Achados fonoaudiológicos na insensibilidade congênita a dor com anidrose: relato de caso. Rev. CEFAC, São Paulo, v.9, n.3, 367-74, jul-set, 2007.

SOUSA NETO, J. A.; CASTRO, B. F. **Melatonina, ritmos biológicos e sono** - uma revisão da literatura. Revista Brasileira de Neurologia, v. 44, n. 1, p. 5-11, 2008.

GABARITO

Capítulo 1

01. Em ambos os casos, o mecanismo que permite a manutenção da temperatura dentro de faixas estreitas é denominado retroalimentação negativa. Para que esse tipo de mecanismo possa entrar em ação, o organismo deve:

- Ser capaz de detectar a variável em questão.
- Ter um ponto de ajuste para essa variável, localizado no centro de integração.
- Ser capaz de realizar respostas de ajuste.

Em comparação a isso, de fato, nós temos diversos detectores de temperatura espalhados pelo corpo. O organismo deve também ter uma estrutura, ou conjunto de estruturas, responsável pela integração dessa informação e controle do ponto de ajuste. No homem, essa estrutura está localizada no Sistema Nervoso Central, e é denominada Hipotálamo. Já as respostas são executadas por diversas vias de saída que incluem a sudorese, o tremor muscular etc.

02. Diversos exemplos podem ser mencionados. Entre eles: a geladeira de casa, *freezers*, aquários, todos envolvendo mecanismos de homeostase de temperatura. Além disso, o nível de uma caixa d'água controlado por uma boia e uma válvula de vazão também podem ser utilizados como exemplo.

03. Todos os níveis de controle estão presentes na situação descrita

Nível Comportamental ou Motor: Esse nível envolve qualquer tipo de controle motor efetuado pelo sistema nervoso sobre a musculatura esquelética, produzindo movimento. Por essa razão, o ato de caminhar até a cozinha, apanhar um copo d'água e bebê-lo, pertence a esse nível de controle.

Nível Homeostático ou Fisiológico: A sensação de sede foi provavelmente causada por um aumento na concentração de sais no meio interno do organismo. Podemos dizer, alternativamente, que houve um aumento da osmolaridade plasmática. Alterações de concentração osmótica causam sofrimento celular. A sensação de sede e a consequente ingestão hídrica acabam por diluir novamente o meio interno, reestabelecendo a homeostase do organismo. Embora o ato de beber água seja um ato motor (controle comportamental), ele acaba reestabelecendo os valores fisiológicos da variável osmolaridade. Além disso, o aumento da concentração osmótica provocará a liberação de substâncias pelo sistema nervoso que levarão os rins a diminuir a produção de urina para preservar água e não concentrar ainda mais o plasma (durante a discussão o tutor pode relembrar os alunos desse fato, que foi tratado brevemente em uma das atividades da aula anterior).

Nível Cognitivo ou Emocional: Os comportamentos de procurar a cozinha (uma vez que a pessoa não estava em sua própria casa), a água, o copo etc., certamente não são automáticos e reflexos, e necessariamente exigiram algum nível de planejamento cognitivo.

04. Sistema Nervoso realiza comunicação via impulsos nervosos transmitidos/transportados por meio de células especializadas chamadas neurônios, promovendo respostas de ação rápidas e de curta duração; enquanto que o Sistema Endócrino realiza comunicação via liberação de compostos químicos (hormônios) no sangue pelas glândulas, os quais são assimilados pelas células que possuem receptores para estes, promovendo uma resposta de ação mais lenta, porém duradoura.

Capítulo 2

01.

a) A chegada do quimo acidificado no duodeno estimula as **células S** a secretarem o hormônio **secretina**, que irá agir nas células dos ductos pancreáticos, provocando a secreção de água e **bicarbonato** (**HCO^{3-}**) no intestino.

b) A chegada dos produtos da hidrólise de gorduras e proteínas no duodeno estimula as células I a secretarem o hormônio **colecistocinina (CCK)**, que irá agir nas células **acinares** (ou **ácinos**) do pâncreas, provocando a secreção de **enzimas** no intestino.

c) A divisão **parassimpática** do sistema nervoso autônomo estimula a atividade pancreática por meio do neurotransmissor **acetilcolina**, secretada pelo nervo vago.

02. **Leptina:** Inibe a fome e aumenta o gasto energético. Produzida principalmente pelo tecido adiposo.

Grelina: Estimula a fome. Produzida pelo estômago quando está vazio.

CCK: Sinal de saciedade; inibe a fome. Produzida pelo intestino delgado em resposta à presença do alimento.

GLP-1 e PYY: Inibem a fome. Produzidos principalmente na porção distal do intestino delgado em resposta à chegada do alimento.

03. O estrógeno e a progesterona inibem, por retroalimentação negativa, a secreção dos hormônios hipofisários LH e FSH, impedindo o recrutamento e a maturação dos folículos ovarianos (FSH) e a ovulação (LH). Além disso, a progesterona provoca o espessamento da secreção das glândulas do colo uterino (muco cervical), dificultando o acesso dos espermatozoides à cavidade uterina, prevenindo assim uma possível fecundação.

Capítulo 3

01. O sistema límbico dos mamíferos integra estruturas muito antigas (tronco encefálico), estruturas menos antigas (diencéfalo, hipocampo e amígdala) e estruturas modernas (neocórtex). É o responsável pela codificação e expressão de todas as nossas emoções. O sistema límbico nos mantém no eterno limbo entre o animal e o racional. O hipotálamo é a estrutura desencadeadora das motivações. E o sistema límbico premia com o prazer a motivação satisfeita e pune com o desprazer a motivação não satisfeita. Qualquer comportamento humano é resposta a uma motivação.

02. B

03. C

Capítulo 4

01. D

02. C

03. Conjunto de células e fibras nervosas que ocupam toda a região central do tronco encefálico, do bulbo ao mesencéfalo. Tem neurônios de forma e tamanhos variáveis, sendo que frequentemente seu neurônio é bifurcado, com cada um dos ramos bifurcado, com cada um dos ramos indo para regiões diferentes e distantes. Realiza o controle da atividade eletro cortical (sono e vigília) através do SARA (Sistema Reticular Ativador Ascendente): projeta-se no córtex cerebral e sobre ele tem uma ação ativadora mantendo e controlando a vigília. Também regula o sono, o qual é um processo ativo, dependente da ação de certos núcleos da FR. Os estímulos elétricos da formação reticular resultam quase sempre na ativação cortical, também do córtex motor responsável pelo controle dos movimentos dos músculos esqueléticos.

Capítulo 5

01. E

02. D

03. O sono não REM ou sono de ondas lentas: nesta fase, há diminuição do estado de consciência, existe imobilidade, relaxamento muscular, respiração regular e lenta, frequência cardíaca, baixa temperatura corporal e velocidade de produção de urina diminuída. Os movimentos oculares são laterais e lentos.

O sono REM fase do sono mais profundo, ocorre o sonho, é acompanhado de movimentos oculares rápidos. O funcionamento cérebro é igual ao em vigília, há supressão do tônus muscular "esquelético" e ocasionalmente pequenas contrações musculares.

ANOTAÇÕES