

FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ  
ESCOLA POLITÉCNICA DE SAÚDE JOAQUIM VENÂNCIO  
LABORATÓRIO DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL EM TÉCNICAS LABORATORIAIS  
EM SAÚDE

Ana Paula do Nascimento Antonio

A BOCA FALA DAQUILO QUE O CÓRTEX ESTÁ CHEIO:  
neurobiologia das emoções - estudo dos mecanismos do processamento neural das emoções e  
suas manifestações fisiológicas.

Rio de Janeiro

2010

Ana Paula do Nascimento Antonio

A BOCA FALA DAQUILO QUE O CÓRTEX ESTÁ CHEIO:  
neurobiologia das emoções - estudo dos mecanismos do processamento neural das emoções e  
suas manifestações fisiológicas.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Escola Politécnica de Saúde Joaquim  
Venâncio como requisito parcial para  
aprovação no curso técnico de nível médio em  
saúde com habilitação em Técnico em  
Laboratório de Bodiagnóstico em Saúde.

Orientador: Daniel Souza

Rio de Janeiro

2010

## FICHA CATALOGRÁFICA

Ana Paula do Nascimento Antonio

A BOCA FALA DAQUILO QUE O CÓRTEX ESTÁ CHEIO:  
neurobiologia das emoções - estudo dos mecanismos do processamento neural das emoções e  
suas manifestações fisiológicas

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Escola Politécnica de Saúde Joaquim  
Venâncio como requisito parcial para  
aprovação no curso técnico de nível médio em  
saúde com habilitação em Técnico em  
Laboratório de Bodiagnóstico em Saúde.

Aprovado em 10/12/2010

BANCA EXAMINADORA

---

(Prof. Ms. Daniel Santos Souza – LATEC / EPSJV / FIOCRUZ)

---

(Prof. Ms. Flávio Paixão – LATEC / EPSJV / FIOCRUZ)

---

(Prof. Ms. Leandro Medrado – LATEC / EPSJV / FIOCRUZ)

*Para os amores da minha vida...*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus, que tudo me proveu e abençoou desde o útero materno até hoje e para além da eternidade.

À minha querida, amada e saudosa mãe Regina Célia do Nascimento Antonio (in memoriam), cuja representatividade neste trabalho é inigualável, pois sem ela as emoções não seriam marcas tão profundas em minha personalidade.

Ao meu honrado e valente pai Edson de Jesus Henze Antonio, que foi pai e mãe e quem, mesmo na frieza, me concedeu seu valoroso e necessário apoio.

Aos meus queridos e amados amigos que fizeram dos meus dias mais leves e alegres, e cuja presença foi o diferencial nos momentos insanos e desesperados. São tantos os amigos que cabem no em coração inconsequente e extremamente emocional, mas há sempre os que marcam de uma maneira mais intensa e especial. Beatriz Batemarco, obrigada por sua paciência e sua sagacidade nos momentos em que submergia. Luis Fillipe Mello, obrigada por estar comigo quando mais ninguém poderia estar, concedendo a segurança de seus abraços, que muitas vezes foram meu porto seguro. Juliana Couto, obrigada por me aconselhar quando perdida me encontrava, por me acalmar mediante o desespero e por me precaver do perigo. Pedro Henrique Caldas, obrigada por ser, muitas vezes, a única pessoa que me compreendia, que colaborava comigo, mesmo me explorando. Nicole Azevedo, obrigada por me confortar com seus doces abraços, tanto nos momentos de riso, quanto nos de tristeza. Caio Ramiro, Bárbara Moraes, obrigada pela presença mediante a distancia. Uyla Garcia, obrigada por ser o diferencial, compreendendo-me de forma única. Lucas Cavalcanti, obrigada por desencadear em mim a crise necessária, a partir da análise das suas crises.

Às minhas tias Denise do Nascimento Linhares e Maria da Glória do Nascimento, cuja presença em minha vida foi inestimável, sendo as únicas mulheres que chegaram perto da missão de mãe para comigo.

Ao meu orientador Daniel Souza, que por mais que não fosse especialista no ramo da neurobiologia, me auxiliou brilhantemente na construção da base teórica deste trabalho. Ao Flávio Paixão, que na ausência do Daniel, me auxiliava nas árduas veredas deste complexo trabalho.

**O M. para A. por causa de R.**  
*Partícula demente de emocionalidade,  
Vulgarmente desprovida de uma racionalidade  
Intrínseca em demasia  
Para distinguir-se.  
Anatomicamente quente e pulsátil,  
Perfeita para o coração,  
Destinada a um ambiente abstrato,  
Reduto de todos os mistérios humanos.  
Inquietação para filósofos,  
Para neurofisiologistas,  
Para leigos.  
Plena para os mortais.  
Nos primórdios era distante e vago.  
Imaterial perante àquela realidade  
Recoberta pelos véus de uma perfeição  
infantil.  
Desconhecida era a espera  
Pelo inesperado.  
Paulatinamente consolidou-se  
Num leito de morte,  
Que foi entregue a própria sorte.  
Assentou-se abruptamente  
Emerso em constante receio,  
Sem a preocupação  
Com a frágil maturidade.  
Foram passos inseguros,  
Por vezes indecisos  
Que levaram até este cume.  
Trabalho árduo  
Mesclado a sua inspiração,  
Cada vez mais intensa,  
Culminou nesta criação.  
Pode ser encarada como uma benção,  
Muitas vezes como um filho,  
Cujas dores do parto foram devastadoras.  
O medo nos vem brindar,  
Com todos seus infortúnios  
Que conferem à vida  
Esta maravilhosa aventura.  
(Ana Paula do Nascimento)*

## RESUMO

Neurobiologia das emoções é o estudo dos mecanismos neurais decorrentes de uma emoção. Abrange o processamento neural emocional, no qual se destaca o Sistema Límbico como o principal conjunto de estruturas envolvidas neste processamento. Além de um processamento neural as emoções apresentam determinada expressão fisiológica. Tal expressão fisiológica será orquestrada pelas estruturas do Sistema Nervoso Autônomo (SNA). Neste trabalho será avaliado o processamento neural emocional de raiva, medo e prazer e suas conseqüentes respostas fisiológicas.

Palavras-Chave: Neurobiologia das Emoções. Sistema Límbico Sistema Nervoso Autônomo Emoções. Raiva. Medo. Prazer.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Ilustração 1	Crânio representando a lesão sofrida por Phineas Gage.....	12
Ilustração 2	Esquema das divisões do Sistema Nervoso.....	17
Ilustração 3	Esquema da transmissão sináptica.....	25
Ilustração 4	Esquema das partes da Amígdala e suas conexões.....	34
Ilustração 5	Esquema da teoria de processamento emocional proposta por Cannon-Bard....	40
Ilustração 6	Esquema do Circuito de Papez.....	41
Ilustração 7	Esquema do eixo Hipotálamo- hipófise-adrenal.....	49
Ilustração 8	Esquema Circuito para medo condicionado.....	49
Ilustração 9	Esquema das principais vias dopaminérgicas.....	50
Ilustração 10	Esquema da Cascata de recompensa.....	52

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>10</b>
1.1 PANORAMA DO SISTEMA NERVOSO.....	10
1.2 EMOÇÕES.....	10
1.3 CARACTERIZAÇÃO DAS EMOÇÕES.....	13
1.4 MANIFESTAÇÕES FISIOLÓGICAS DAS EMOÇÕES.....	13
1.5 JUSTIFICATIVA.....	14
1.6 OBJETIVOS.....	14
1.7 METODOLOGIA.....	15
<b>2 SISTEMA NERVOSO.....</b>	<b>16</b>
2.1 TIPOS DE SISTEMA NERVOSO.....	17
2.1.1 Sistema Nervoso Central.....	18
2.1.2 Sistema Nervoso Periférico.....	18
2.2 FUNCIONAMENTO GERAL DO SISTEMA NERVOSO.....	19
2.2.1 Medula Espinhal.....	19
2.2.2 Encéfalo.....	20
2.3 NEUROTRANSMISSORES.....	22
2.3.1 Impulso Nervoso.....	22
2.3.2 Sinapses.....	24
2.3.3. Alguns neurotransmissores.....	25
2.4 SISTEMA NERVOSO AUTONOMO.....	28
2.5 SISTEMA LIMBICO.....	32
<b>3 CONCEITO DE EMOÇÃO.....</b>	<b>35</b>
3.1 EMOÇÕES POSITIVAS E NEGATIVAS.....	36
3.2 EMOÇÃO PRIMÁRIA.....	37
3.3 EMOÇÃO SECUNDÁRIA.....	37
3.4 TEORIAS EMOCIONAIS.....	38
3.4.1 Teoria de William James.....	38
3.4.2 Teoria de Cannon-Bard.....	39
3.4.3 Teoria de James Papez-Circuito de Papez.....	40
3.4.4 Teoria de Paul MacLean-Sistema Límbico.....	41
3.5 RAIVA.....	42
3.6 MEDO.....	43

3.7 PRAZER.....	44
<b>4 RELAÇÃO SISTEMA LÍMBICO, EMOÇÕES E SISTEMA NERVOSO AUTÔNOMO.....</b>	<b>46</b>
4.1 SISTEMA LÍMBICO, SISTEMA NERVOSO AUTONOMO E RAIVA.....	46
4.2 SISTEMA LÍMBICO, SISTEMA NERVOSO AUTONOMO E MEDO.....	47
4.3 SISTEMA LÍMBICO, SISTEMA NERVOSO AUTONOMO E PRAZER.....	49
4.3.1 Prazer e drogas de abuso.....	50
4.3.2 Prazer e sexo.....	53
<b>5 CONCLUSÕES.....</b>	<b>55</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>57</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O presente estudo é destinado à compreensão das emoções em seu âmbito neural e as reações fisiológicas que um estímulo emocional pode desencadear em um indivíduo. Para a compreensão do processamento emocional é necessário analisar as estruturas e os mecanismos do Sistema Nervoso, com destaque para o Sistema Límbico que será o conjunto de estruturas processadoras da emoção e para o Sistema Nervoso Autônomo que promoverá a produção de uma resposta fisiológica adequada a determinado estímulo emocional.

### 1.1 PANORAMA GERAL DO SISTEMA NERVOSO

O Sistema Nervoso é responsável por controlar as funções orgânicas interpretando estímulos recebidos e desencadeando respostas adequadas a cada situação. Sua unidade funcional é o neurônio, célula de baixa capacidade regenerativa, que conduz os estímulos nervosos ao longo do organismo.

O Sistema Nervoso se divide em duas porções: Sistema Nervoso Central (SNC) e Sistema Nervoso Periférico (SNP). O SNC é a porção de comando, receptora de estímulos, na grande maioria, gerados por estímulos recebidos no SNP, e desencadeadora de respostas. É constituído pelo encéfalo (região localizada na cabeça que abriga estruturas como cérebro, cerebelo dentre outros.) e pela medula espinhal, protegidos, respectivamente, pelo crânio e pela coluna vertebral.

O SNP é constituído pelas vias que conduzem os impulsos ao sistema nervoso central ou que levam até aos órgãos que executarão as ordens emanadas da porção central. Compõe-se pelos nervos cranianos e espinhais, pelos gânglios e pelas terminações nervosas. O SNP é subdividido em Sistema Nervoso Autônomo (SNA) e Sistema Nervoso Somático (SNS), no; qual o SNA será responsável pelas respostas fisiológica de caráter visceral e involuntário, enquanto o SNS pelas respostas de cunho motor e voluntário.

### 1.2 EMOÇÕES

“Emoções são conjuntos complexos de reações químicas e neurais, formando um padrão; todas as emoções têm algum tipo de papel regulador a desempenhar, auxiliando o organismo a conservar a vida” (DAMÁSIO, 2000, p. 105).

Filosoficamente, razão e emoção são conceitos impossíveis de serem definidos. No

entanto, é possível elaborar definições operacionais que as conceituam como “operações mentais acompanhadas de experiências anteriores características, capazes de orientar o comportamento e realizar ajustes necessários” (LENT, 2005, p. 653). Contudo, é necessário desmistificar a questão que conceitua emoção e razão, bem como o funcionamento das mais diversas partes do cérebro humano como operações e mecanismos independentes, uma vez que “emoção, sentimento e regulação biológica desempenham um papel na razão humana” (DAMÁSIO, 1996, p. 13).

Emoção e razão são distinguidas pelo fato que “a expressão da primeira quase se confunde com suas manifestações fisiológicas, enquanto o exercício da razão não é acompanhado de uma repercussão orgânica observável” (LENT, 2005, p. 653).

A filosofia define razão como a faculdade atribuída ao ser humano, que o distingue dos demais animais. Tal faculdade promove a capacidade de alcançar o conhecimento do universal e necessário, não promovendo, necessariamente, um conhecimento universal. Já emoção, apresenta sua definição relacionada à idéia de paixão, como a aceção de um afeto. A paixão estaria acompanhada de uma agitação da alma, da mente do indivíduo, configurando emoção como algo, que mesmo fundado em processos corporais, não necessita ser descrita em termos corporais (MORA, 2004).

Por essa lógica pode-se afirmar que a alma se manifesta através do corpo, e sentimentos, como o sofrimento, cujo início se dá no corpo ou numa imagem mental, serão perceptíveis no corpo (DAMÁSIO, 1996). Deve ficar claro que a perspectiva de alma citada acima e ao longo desta introdução, não se trata da perspectiva empregada pelas religiões, e sim como o ser e o princípio de todos os seres, a substância não-material e não-sensível, porém essencial ao corpo (MORA, 2004).

Pode-se afirmar que há uma convergência de sentido entre alma e mente humana. A mente humana é um contínuo do qual razão e emoção fazem parte. Tal contínuo é demasiadamente relevante na tomada de decisões, no planejamento do futuro e no comportamento social. Segundo Damásio (2000), as ações acima referidas necessitam de uma intensa integração dos componentes emocionais e racionais. Uma vez que haja déficit em algum destes componentes tais ações estarão comprometidas. Exemplo disto é o caso de Phineas Gage, que teve seu córtex frontal perfurado e atravessado por uma barra de ferro, enquanto preparava uma explosão para abrir caminho a uma estrada de ferro em Vermont, nos EUA. A barra de ferro perfurou a bochecha saindo no topo do crânio, o que levou Gage a perder a consciência e ter convulsões, apesar disto ele não apresentou perdas nas funções motoras, somáticas, sensoriais ou intelectuais, contudo apresentava sérios danos na tomada de

decisões, uma vez que a barra de ferro atingiu o lobo frontal cerebral, reconhecido como uma importante zona de caráter emocional (DAMÁSIO, 1996; LENT, 2005).



Ilustração 1 - Crânio que representa a lesão sofrida por Phineas Gage.  
Fonte: SABBATINI, 1997.

O comportamento emocional do indivíduo é crucial para sua sobrevivência, para a de sua espécie e para sua comunicação social. A agressão do predador, o medo da presa que promove a ativação dos mecanismos que possibilitam a luta e a fuga, garantindo a sobrevivência do indivíduo. O comportamento sexual, nos humanos adquire um caráter mais relevante que mera forma de perpetuação da espécie, diferente dos demais animais, sendo visualizado como uma expressão emocional, que pode mesclar amor e prazer. A comunicação social é outro quesito que distingue o comportamento emocional de homens e animais, uma vez que humanos tecem vínculos emocionais que excedem a mera comunicação pautada na busca pela sobrevivência, observadas nos animais (DAMÁSIO, 1996; LENT, 2005).

Retomando, o já citado, caso de Phineas Gage, pode-se fazer uma associação entre sua lesão no lobo frontal e seu déficit na tomada de decisões, que é acompanhada de um comportamento social deturpado. Como a comunicação social é regida por processos emocionais, os quais estavam comprometidos devido ao dano no lobo frontal, Gage estava impedido de executar sua sociabilidade, fato este que comprometeu seu futuro profissional, uma vez que apresentava certa insubordinação e inapetência a certas tarefas (DAMÁSIO, 1996; LENT, 2005).

### 1.3 CARACTERIZAÇÃO DAS EMOÇÕES

Os animais geralmente apresentam emoções de raiva e medo, que lhes possibilitam ações de luta e fuga quando ameaçados por um predador. Contudo, os humanos apresentam emoções mais complexas associadas à raiva e medo. Definir tais emoções é algo complexo. Contudo, é possível lhes atribuir caráter positivo ou negativo. As emoções de caráter positivo, como alegria, suscitam comportamentos que tendem a ser repetidos, enquanto as de caráter negativo, como o medo, provocam comportamentos que tendem a serem repudiados (LENT, 2005). Tais emoções são oriundas de estímulos apetitivos e aversivos, com base no princípio que determinado ato vai despertar prazer, tendendo a ser repetido, enquanto o ato que desperta desprazer tenderá a ser repudiado (LENT, 2005).

As emoções negativas apresentam visualização mais clara, uma vez que, tanto em animais quanto em humanos, apresenta manifestações fisiológicas mais representativas que as emoções positivas. As manifestações fisiológicas são decorrentes da resposta do organismo perante o estímulo a qual foi submetido. Logo as manifestações fisiológicas variarão conforme a espécie de emoção e o indivíduo, sendo regidas pelo Sistema Nervoso Autônomo (SNA) (DAMÁSIO, 1996; LENT, 2005).

### 1.4 MANIFESTAÇÕES FISIOLÓGICAS

Dentre as respostas fisiológicas, há manifestações motoras, que podem ser de cunho voluntário sendo bastante complexas, ou de cunho involuntário envolvendo ações reflexas. As manifestações involuntárias são as mais freqüentes, por estarem diretamente vinculadas com a sobrevivência, atuando de forma estereotipada, como as reações de luta e fuga (descritas ao longo deste trabalho) (DAMÁSIO, 1996; LENT, 2005).

As manifestações emocionais são dotadamente involuntárias, apesar de que diversas vezes se dispõe de subterfúgios, como a lembrança forçada de um evento marcante, de cunho voluntário e desprovido de espontaneidade. É a espontaneidade o símbolo das emoções, uma vez que ambas são impossíveis de serem reprimidas, por mais que a educação patriarcal e machista impinja uma repressão das manifestações emocionais. Contudo, não é correto, muito menos necessária a repressão de certas manifestações emocionais promovida por nossa sociedade, uma vez que as emoções desencadeiam manifestações involuntárias de difícil repressão, como a taquicardia e a sudorese.

## 1.5 JUSTIFICATIVA

As emoções são componentes fundamentais a existência humana. Abrangem mais que a dimensão poético-filosófica, sendo cruciais no exercício de determinadas engrenagens da máquina fisiológica e para a tomada de decisões. Compreender os mecanismos neurais e fisiológicos do processamento emocional implica em visualizar como, por exemplo, uma taquicardia em momentos de medo, uma reação de luta e fuga, influenciarão na tomada de decisões, por mais involuntárias que se configurem tais emoções. No entanto, deve estar claro que o objetivo deste estudo não é avaliar a influência das emoções na tomada de decisões.

O interesse por esta questão se revelou a partir da inquietação perante a contemplação das reações involuntárias, promovidas por um estímulo emocional, que é capaz de levar um indivíduo ao sucesso ou ao fracasso. A priori, requisitou-se a filosofia, no entanto, a dimensão das idéias era em demasia vaga para compreender o que ocorria na mente humana durante a expressão de uma emoção. Para tanto se buscou a fusão dos conceitos embrionários de emoção da filosofia com os mais elaborados da neurobiologia, na busca pela mais elementar compreensão de emoção.

O trabalho contribui como um mecanismo para o entendimento de que nenhum comportamento ou ato humano é proveniente de extremos racionais ou emocionais e sim da correlação entre ambos.

## 1.6 OBJETIVOS

- Objetivo Geral:
  - ☛ Investigar e discutir o processamento neural emocional, de emoções como raiva, medo e prazer, e suas consequentes reações fisiológicas.
  
- Objetivos Específicos:
  - ☛ Analisar o conceito de emoção e das teorias emocionais;
  - ☛ Analisar as estruturas do Sistema Límbico;
  - ☛ Analisar o Sistema Nervoso Autônomo;
  - ☛ Relacionar o processamento neural emocional pelo Sistema Límbico e a expressão de resposta fisiológica promovida pelo Sistema Nervoso Autônomo.

## 1.7 METODOLOGIA

Os procedimentos utilizados no presente trabalho são:

1. Pesquisa bibliográfica sobre o tema nas principais bases de dados – Biblioteca Virtual em Saúde (BVS); Scientific Electronic Library Online (SciELO), U. S. National Library of Medicine (PubMed) e em livros de neurologia e neurociência;
2. Elaboração de um material a partir das sínteses a partir do levantamento bibliográfico.

## 2 SISTEMA NERVOSO

*“Considerar a nossa maior angústia como um incidente sem importância, não só na vida do universo, mas da nossa mesma alma, é o princípio da sabedoria” (Fernando Pessoa).*

O Sistema Nervoso é responsável por controlar as funções orgânicas, a fim de obter o equilíbrio das mesmas, a homeostasia; possibilitar a percepção; regular comportamentos; produzir e armazenar memórias. Sua forma de atuação consiste na interpretação de estímulos tanto do ambiente externo, quanto do interno, e suas respectivas respostas através de impulsos nervosos. A produção dos impulsos nervosos é proveniente da propriedade de excitabilidade elétrica dos neurônios, que são células denominadas como a unidade morfofuncional do Sistema Nervoso, responsáveis por funções especializadas como sensibilidade, pensamentos, controle das atividades musculares e regulação das secreções glandulares (TORTORA; GRABOWSKI, 2002; LENT, 2005).

O tecido nervoso é composto por uma malha de bilhões de neurônios e um número ainda maior da neuroglia. Os neurônios são células de baixa capacidade regenerativa, que apresentam em sua estrutura um corpo celular, no qual se encontram as organelas citoplasmáticas; dendritos que são a porção receptora dos impulsos nervosos; a porção terminal do neurônio é o axônio que transmite o impulso nervoso a outros neurônios. Os axônios são revestidos por múltiplas camadas de lipídeos e proteínas, na chamada bainha de mielina, cuja função é isolar eletricamente o axônio, otimizando a condução do impulso nervoso. Há, por sua vez, axônios que não apresentam a bainha de mielina, resultando numa transmissão de impulso de baixa eficiência, se comparado a um axônio mielinizado (TORTORA; GRABOWSKI, 2002).

De acordo com as especificidades de suas funções há, basicamente, três tipos de neurônios: sensoriais ou aferentes, que recebem a informação sensorial transmitindo-a ao encéfalo; interneurônios (mais abundantes) analisam e armazenam parte da informação sensorial e tomam decisões quanto às respostas apropriadas, além de ser intermediário entre um neurônio sensorial e um motor; motores ou eferente, que efetuam as respostas aos estímulos sensoriais, conduzindo o impulso do encéfalo ou da medula para os órgãos efetores. Quanto a sua morfologia podem-se classificar os neurônios em: bipolar (dois prolongamentos axônicos partindo, cada qual, de uma das extremidades do corpo celular); pseudo-unipolar (dois prolongamentos axônicos de um neurônio bipolar, que se unem aparentando um

neurônio unipolar) e multipolar (um prolongamento axônico e diversos dendríticos) (TORTORA; GRABOWSKI, 2002; SPENCE, 1991).

A neuroglia é componente da “infra-estrutura” do Sistema Nervoso, conferindo o arcabouço de sustentação aos neurônios, nutrindo-os, colaborando para manutenção do meio e reparando mediante alguma lesão. Podem-se destacar cinco células de importantes funções: astrócitos (promovem a manutenção do ambiente propício a condução do impulso nervoso); oligodendrócitos (constituem a bainha de mielina no SNC); micróglia (protegem as células do SNC de doenças, fagocitando microorganismos invasores, constituindo a Barreira Hematoencefálica); células endodimárias (produzem o líquido cefalorraquidiano) e as células de Schwann (constituem a bainha de mielina do SNP, além de participar da regeneração dos axônios do SNP) (TORTORA; GRABOWSKI, 2002).

## 2.1 TIPOS DE SISTEMA NERVOSO

O Sistema Nervoso humano subdividi-se em duas porções principais: O Sistema Nervoso Central (SNC) e o Sistema Nervoso Periférico (SNP), o qual ainda subdividi-se nas divisões Somática (Sistema Nervoso Somático – SNS) e Autônoma (Sistema Nervoso Autônomo - SNA), que por sua vez subdividi-se em Simpático e Parassimpático.

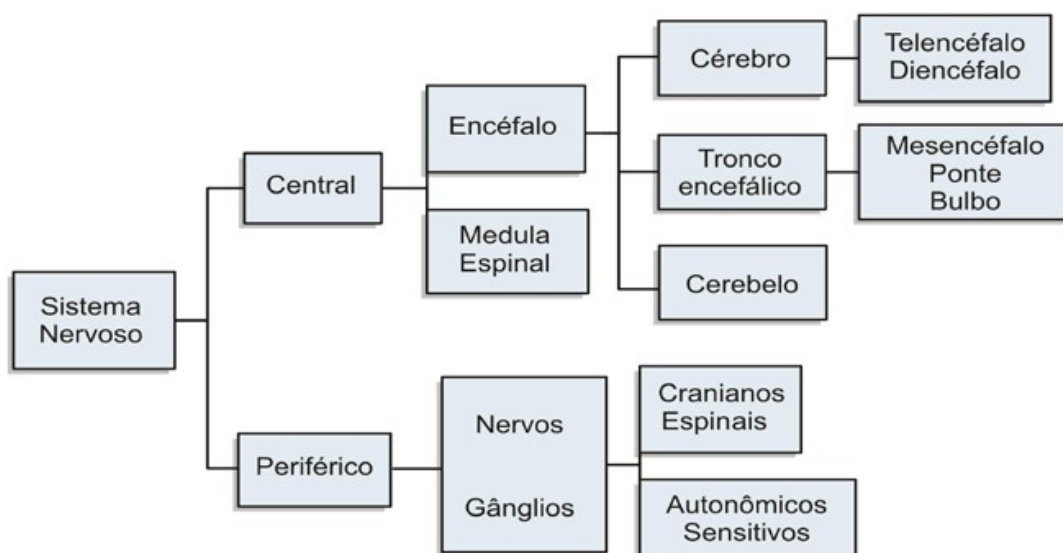


Ilustração 2 - Esquema das divisões do Sistema Nervoso  
Fonte: BRANDÃO, 2004, p.5

### 2.1.1 Sistema Nervoso Central

O Sistema Nervoso Central (SNC) é subdividido em duas regiões básicas de interpretação de estímulos e elaboração de respostas: o encéfalo e a medula espinhal. Estas estruturas são revestidas por três camadas protetoras de tecido conjuntivo chamadas meninges (dura-máter, aracnóide e pia-máter) e pelo líquido cefalorraquidiano, além do revestimento da caixa craniana e da coluna vertebral. Tanto encéfalo quanto medula espinhal apresentam uma substância cinzenta (mais internamente) composta pelo corpo celular dos neurônios e uma substância branca (mais externamente) composta pelos axônios dos neurônios, constituídas respectivamente por corpos celulares neuronais, dendritos de neurônios motores e interneurônios, axônios amielínicos e feixes de axônios mielínicos ou não, neurônios sensoriais, motores e interneurônios. Na substância cinzenta a aglutinação de massas de corpos celulares neuronais forma unidades funcionais chamadas núcleos. Os núcleos sensoriais recebem a entrada dos estímulos originados nos receptores por meio dos neurônios sensoriais, enquanto os núcleos motores produzem as saídas das respostas para os órgãos efetores por meio de neurônios motores (TORTORA; GRABOWSKI, 2002).

### 2.1.2 Sistema Nervoso Periférico

O Sistema Nervoso Periférico (SNP) apresenta como componentes principais os nervos cranianos (que se conectam ao SNC no crânio) e os espinhais (que se conectam ao SNC na medula espinhal), que transportam os impulsos nervosos ao longo do organismo. Próximo ao SNC, as vísceras e dentro das mesmas se localizam gânglios, que são aglomerados de células nervosas, sendo, muitas vezes, ponto de partida de fibras nervosas, cuja função é promover a integração do estímulo nervoso e a execução da resposta por determinado órgão. Tanto nervos cranianos, quanto espinhais veiculam informações motoras, somáticas e viscerais, funcionando, na maioria das vezes, como veículos de mais de um desses tipos (LENT, 2005).

## 2.2 FUNCIONAMENTO DO SISTEMA NERVOSO

### 2.2.1 Medula Espinhal

A medula espinhal tem duas funções básicas inerentes à manutenção da homeostasia: a propagação dos impulsos nervosos e a integração das informações provenientes de tais estímulos. A substancia branca vai funcionar como uma espécie de via expressa dos impulsos nervosos, onde fluirão em direção ao encéfalo os impulsos sensoriais e partindo do encéfalo os impulsos motores. Já a substancia cinzenta vai receber e integrar as informações que chegam e que partem. Da medula partem trinta e um pares de nervos espinhais subdivididos em cervical, lombar, sacral e coccígeo, correspondendo às vértebras que os recobrem, uma vez que além das meninges, a coluna vertebral também confere proteção à medula espinhal (TORTORA; GRABOWSKI, 2002; SPENCE, 1991).

Além de atuar como integradora de estímulos, a substancia cinzenta vai atuar como centro integrativo dos reflexos espinhais, que são respostas rápidas, automáticas e previsíveis às alterações do ambiente. Podem ser promovidos também pelo tronco encefálico, configurando-se como reflexos cranianos. Há dois tipos básicos de reflexos: os reflexos somáticos, voluntários, que resultam na contração do músculo esquelético; e reflexos autonômicos, involuntários, que resultam nas respostas do músculo liso e das glândulas. Para que o reflexo seja produzido é necessário que o impulso nervoso percorra um determinado percurso:

- O dendrito de um neurônio sensorial é excitado mediante a uma alteração do meio, seja ele interno ou externo, produzindo um impulso nervoso;
- O impulso nervoso produzido será propagado pelo axônio do neurônio sensorial até os terminais axônicos na substancia cinzenta da medula espinhal ou do encéfalo;
- Alguma região da substancia cinzenta atuará como centro integrador, que frequentemente são interneurônios;
- O impulso promovido pelo centro integrador será propagado para fora do SNC pelo neurônio motor até o efetor (TORTORA; GRABOWSKI, 2002).

### 2.2.2 Encéfalo

*“O cérebro é o meu segundo órgão favorito”  
(Woody Allen).*

O encéfalo é a porção do Sistema Nervoso Central que funciona como o centro para registro de sensações e informações, para a correlação entre estas; para a tomada de decisões; do intelecto; das emoções e da memória (TORTORA; GRABOWSKI, 2002; LENT, 2005).

Apresenta quatro estruturas principais: tronco encefálico, cerebelo, diencefalo e cérebro. O tronco encefálico consiste no bulbo (medula oblonga), ponte e mesencefalo. Posteriormente se encontra o cerebelo, superiormente o diencefalo que consiste principalmente em tálamo e hipotálamo. O cérebro se sobrepõe sobre o diencefalo, ocupando a maior parte do crânio (TORTORA; GRABOWSKI, 2002).

- **Bulbo**

Pelo bulbo transitam tratos sensoriais e motores que conectam a medula espinhal ao encéfalo, além de conter núcleos que regulam funções vitais como a frequência cardíaca, a força dos batimentos cardíacos; o ritmo respiratório; reflexos de vômitos, tosse e espirro (TORTORA; GRABOWSKI, 2002).

- **Ponte**

A ponte, bem como o bulbo, é composta de núcleos e tratos, cuja função primordial é conectar as partes do encéfalo, por meio dos axônios que conectam as partes do cerebelo e os que são parte de tratos sensoriais e motores, além de participar do controle da respiração juntamente com o bulbo (TORTORA; GRABOWSKI, 2002).

- **Mesencefalo**

O mesencefalo também é composto de tratos e núcleos, com destaque para a substância negra e os núcleos vermelhos que participam da coordenação dos movimentos musculares (TORTORA; GRABOWSKI, 2002).

- **Cerebelo**

Dentre as funções principais do cerebelo pode-se destacar a da avaliação da perfeição da execução dos movimentos, por meio do envio de feedback que corrigem os erros que

possam estar sendo cometidos, além de regular a postura e o balanço e coordenar as atividades dos músculos esqueléticos. Recebe estímulos sensoriais relacionados a tato, visão e audição. (TORTORA; GRABOWSKI, 2002; SPENCE, 1991).

- **Tálamo**

O tálamo é constituído por duas massas ovóides de substancia cinzenta, estando cada massa em um hemisfério cerebral, abrigando núcleos e tratos de substancia branca em seu interior. É a principal estação retransmissora dos impulsos sensoriais em direção ao cérebro, vindos da medula espinhal, do tronco encefálico, do cerebelo e de outras partes do cérebro. Permite a percepção grosseira e mal localizada de sensações como dor, temperatura e pressão, uma vez que a localização precisa vai depender da retransmissão dos impulsos nervosos do tálamo para o córtex cerebral. Dentre os núcleos do tálamo, o núcleo anterior terá destaque nesta monografia por estar relacionando com determinadas emoções e com a memória (TORTORA; GRABOWSKI, 2002; SPECE, 1991).

- **Hipotálamo**

O hipotálamo se localiza inferiormente ao tálamo e é composto por cerca de doze núcleos, que convergem no controle das mais diversas atividades corporais, com o intuito de manter a homeostasia. O hipotálamo controla e integra as atividades do SNA, através dos axônios que se estendem dele até aos núcleos simpáticos e parassimpáticos do tronco encefálico e da medula espinhal; controla a hipófise por meio da secreção de hormônios reguladores e pela extensão de axônios até a glândula; juntamente com o Sistema Límbico regula emoções como raiva, prazer, bem como dor e agressão, além dos padrões comportamentais relativos à ativação sexual; há a regulação da ingestão de alimentos e água por meio dos centros de fome, saciedade e sede, bem como a regulação do sono, além do controle da temperatura corporal estimulando a perda e a conservação do calor (TORTORA; GRABOWSKI, 2002).

- **Cérebro**

O cérebro se encontra sobreposto sobre o diencéfalo e o tronco encefálico, constituindo a maior parte da superfície encefálica. A parte superficial do cérebro é chamada de córtex cerebral e é composta pela substancia cinzenta. O córtex é composto por diversas dobras chamadas giros; por dobras profundas chamadas fissuras e dobras mais rasas chamadas

sulcos. Uma fissura que requer destaque é a fissura longitudinal, que divide o cérebro em dois hemisférios, conectados pelo corpo caloso, que é um tracto comissural (conecta os hemisférios), constituído de substancia branca.

Podemos conferir ao cérebro a denominação de sede da inteligência, uma vez que é no córtex cerebral que se encontram as regiões responsáveis pela leitura, escrita, fala e emoções dentre outros. Cada hemisfério cerebral é dividido em quatro lobos, sendo eles: frontal, parietal, temporal e occipital, segundo os ossos que os recobrem (TORTORA; GRABOWSKI, 2002; LENT, 2005; SPENCE, 1991).

## 2.3 NEUROTRANSMISSORES

*“Só gosto de Educação Sexual  
E eu odeio Química, Química, Química”  
(Química- Legião Urbana)*

Os neurotransmissores são os condutores das informações ao longo do organismo. Para compreender a atuação dessas moléculas é necessário discutir os conceitos de impulso nervoso, potenciais de ação, sinapse, dentre outros.

### 2.3.1 Impulso Nervoso

A superfície corporal é repleta de receptores sensoriais que captam estímulos ambientais e transformam em estímulos ou impulsos nervosos, a fim de conduzi-los ao Sistema Nervoso Central (SNC), principalmente o córtex cerebral, a fim de que ocorra a interpretação e a elaboração de uma resposta (GUYTON; HALL, 2002; BRANDÃO, 2004).

Os receptores sensoriais podem apresentar carácter mecânico (mecanorreceptores, que detectam ações mecânicas inferidas ao receptor e a tecidos adjacentes); térmico (termorreceptores, que detectam alterações de temperatura); nocivo (nociorreceptores, que detectam a dor) e químico (quimiorreceptores, que detectam níveis de oxigênio, concentrações de diversas substâncias, a osmolaridade, paladar, olfato, dentre outros). Cada receptor é sensível a determinado estímulo, quase não respondendo a outros estímulos diferentes dos quais é específico. Exemplo disto é o fato dos osmorreceptores do hipotálamo detectarem alterações na osmolaridade dos líquidos corporais, e nunca detectarem alterações relacionadas ao som (GUYTON; HALL, 2002).

- **Canais Iônicos**

A membrana dos neurônios apresenta uma peculiaridade que lhe confere distinção das demais células do organismo: a capacidade de excitabilidade elétrica. Tal capacidade possibilita que os neurônios produzam e conduzam a outros neurônios sinais elétricos contendo as mais diversas informações a serem decodificadas pelo SNC (LENT, 2005).

Os sinais elétricos são provenientes de um fluxo de íons presente na membrana. Para que não ocorra à passagem de quaisquer tipos de íons existem canais iônicos, que são glicoproteínas incrustada na bicamada lipídica de membrana, conferindo a esta a capacidade de permeabilidade seletiva, uma vez que atuam de modo semelhante a enzimas, apresentando substratos específicos possibilitando a passagem apenas de íons para determinado substrato (LENT, 2005; RETONDO; FARIA 2008).

- **Potenciais de ação**

Os potenciais de ação se configuram como processos elétricos de comunicação rápida e eficaz entre as diversas regiões do organismo.

Os impulsos nervosos são transmitidos por potenciais de ação, que se caracterizam por variações rápidas de potencial de membrana, fluindo rapidamente ao longo da mesma. Na condução do impulso nervoso, o potencial de ação desloca-se ao longo da fibra nervosa até a extremidade desta. O potencial inicia-se com a variação brusca do potencial de repouso negativo, para um potencial positivo, terminando em igualmente rápida variação de retorno ao potencial negativo (GUYTON; HALL, 2002).

A fase de repouso é o potencial de repouso, que se caracteriza com a polarização da membrana, apresentando  $-65\text{mV}$  de potencial. Ocorre então a fase de despolarização da membrana, caracterizada pela súbita permeabilidade ao fluxo de íons de sódio carregados positivamente, que neutralizam o estado normal de  $-65\text{mV}$ , elevando o potencial na direção da positividade. Rapidamente após a fase de despolarização, há o fechamento dos canais de sódio que possibilitaram a permeabilidade da membrana e a abertura dos canais de potássio propiciando a difusão dos íons de potássio, que restabelecem o potencial normal negativo, na fase de repolarização, transmitindo o estímulo nervoso (GUYTON; HALL, 2002).

Inicialmente a membrana apresenta no meio intracelular uma polaridade negativa e no extracelular positiva. A abertura dos canais de sódio possibilitará o equilíbrio entre os potenciais, tendendo a zero. Há então uma inversão transitória dos potenciais promovendo o potencial de ação, que logo em seguida há a despolarização da membrana e o retorno ao

estado de repouso, facilitado pela inversão de polaridade à medida que se abrem os canais de potássio (BRANDÃO, 2004).

Como a tendência dos íons é movimentar-se até o equilíbrio de suas concentrações, o potencial de membrana tenderia a continuar variando se existissem apenas os canais iônicos. A diferença de potencial é mantida graças à existência de bombas iônicas como as de sódio e potássio. A bomba de sódio e potássio mantém a concentração de sódio baixa no meio intracelular, enquanto a concentração de potássio alta no meio intracelular. Através da abertura dos canais de sódio e de potássio a membrana neuronal inverte as concentrações de sódio e potássio, elevando a de sódio no meio intracelular e a de potássio no extracelular, polarizando positivamente o meio intracelular e negativamente o extracelular. Após isso há a repolarização da membrana neuronal pela enzima  $\text{Na}^+ \text{K}^+ \text{ATP}$ transferase que faz as concentrações de sódio e potássio retornarem a seu estágio inicial, de modo que tal repolarização ao longo da membrana é o que promove a transmissão do impulso nervoso (RETONDO; FARIA, 2008).

### 2.3.2 Sinapses

O fisiologista britânico Charles Sherrington, ganhador do premio Nobel de medicina e fisiologia de 1932 foi o definidor dos termos sinapse e transmissão sináptica (LENT, 2005).

Sinapse é o local de contato entre dois neurônios. Há dois tipos de sinapses: as sinapses elétricas e as químicas. Esses dois tipos de sinapse atuam de modo conjunto na propagação do impulso nervoso (LENT, 2005).

Quanto à função, as sinapses podem ser classificadas como excitatórias e inibitórias. As excitatórias produzem como resultado da transmissão do potencial de ação uma aproximação do limiar de repouso da membrana, enquanto as inibitórias, um afastamento do limiar de repouso (LENT, 2005).

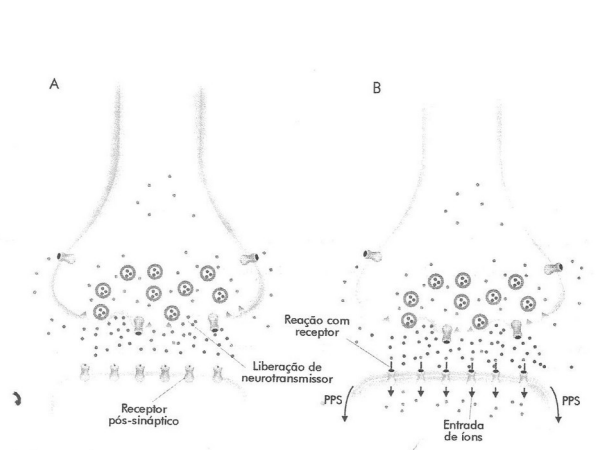
Nas sinapses elétricas a região de contato entre duas células é a chamada junção comunicante com a presença de canais iônicos especiais formados por conexinas, que podem se acoplar quimicamente, caracterizando o acoplamento dessas células (LENT, 2005).

O potencial de ação passará diretamente pela junção comunicante, indo de uma célula a outra, sem o intermédio de substâncias químicas de modo muitíssimo rápido. Tal potencial de ação chegará à outra célula inalterado, com indiferente sentido de transmissão. Sua rápida transmissão permite a sincronização das células acopladas, o que é vantagem para órgãos como o coração, no qual todas as células devem contrair-se ao mesmo tempo (LENT, 2005).

Já nas sinapses químicas o espaço entre as células é chamado de fenda sináptica. A fenda sináptica é ocupada por matriz protéica adesiva que além de fixar as duas células facilita a difusão de moléculas ao longo da fenda (LENT, 2005).

Diferentemente das sinapses elétricas a transmissão é dada de modo unidirecional, devido a isso se atribui ao terminal axônico da primeira célula o caráter de elemento pré – sináptico, e ao dendrito da segunda célula o de elemento pós – sináptico, com algumas exceções. No elemento pré - sináptico há a presença de vesículas sinápticas, que armazenam neurotransmissores (LENT, 2005).

A informação em forma de potencial que chega ao terminal pré - sináptico. Na fenda sináptica há o impedimento da continuação da transmissão da informação, que deve ser convertida em química. O potencial de ação promove a liberação, pelas vesículas sinápticas, de neurotransmissores. Esses neurotransmissores difundem-se até a membrana pós – sináptica, na qual ocorre a reconversão da informação química em elétrica. A atuação dos neurotransmissores desencadeia a produção de um potencial de ação na membrana pós – sináptica, que será conduzido a uma terceira célula, repetindo o processo (LENT, 2005).



► Figura 4.9. O neurotransmissor liberado na fenda sináptica se difunde até os receptores situados na membrana pós-sináptica (A). Como muitos receptores são ao mesmo tempo canais iônicos, a reação do neurotransmissor com eles provoca a abertura dos canais e a entrada de cátions (B). Resulta um potencial pós-sináptico (PPS).

Ilustração 3 - Esquema da transmissão sináptica.

Fonte: LENT, 2005, p. 114.

### 2.3.3 Alguns Neurotransmissores

O fisiologista britânico Henry Dale, vencedor do premio Nobel de medicina e fisiologia de 1936 elaborou uma “lei”, que dizia que cada neurônio possuía apenas um

neurotransmissor, cujo efeito que ele é capaz de produzir vai depender da célula pós – sináptica (LENT, 2005).

No entanto, com a descoberta da associação de um neurônio com diversos neurotransmissores, a “lei de Dale” foi ultrapassada. Atualmente define-se neurotransmissor como a substância que age na membrana pós – sináptica produzindo um potencial de ação. Agregado ao conceito de neurotransmissor está o de neuromodulador, que são substâncias que atuam na sinapse em ambas as membranas pré e pós – sináptica além das vesículas sinápticas, modulando a transmissão sináptica, sem, entretanto, modificar a atuação dos neurotransmissores (LENT, 2005).

Os neurotransmissores são de três tipos: aminoácidos como o GABA (Ácido gama - aminobutírico); aminas como a Dopamina (DA), a Acetilcolina (ACTH), Serotonina dentre outras e as purinas. Os neuromoduladores são de dois tipos: peptídeos como a Ocitocina, Endorfina dentre outros e os gases como o Óxido nítrico (NO) e o Monóxido de carbono (CO) (LENT, 2005).

Agonista de um neurotransmissor será uma substância que atuará como agente potencializador da transmissão sináptica, e/ou atue de modo a imitar determinado neurotransmissor. Muitas drogas de abuso atuarão como agonistas de neurotransmissores, principalmente a Dopamina. Antagonista de um neurotransmissor é uma substância que bloqueia a ação de determinado neurotransmissor (LENT, 2005; RETONDO; FARIA, 2008).

- **GABA**

O Ácido gama-aminobutírico (GABA) é o principal neurotransmissor de caráter inibidor do SNC. É encontrado ao longo de todo o SNC, mas o interesse deste estudo está em sua presença na substância cinzenta periaquedutal, na qual exerce controle inibitório de comportamentos de medo, principalmente, condicionado. As fibras GABAérgicas projetam-se da substância negra para o mesencéfalo, no qual controlam os aspectos motores dos comportamentos de fuga (BRANDÃO, 2004; RETONDO; FARIA 2008).

Como está envolvido em comportamentos de medo, principalmente, no condicionado, tem relação com a ansiedade, e as drogas ansiolíticas agirão no controle de sua liberação (BRANDÃO, 2004; RETONDO; FARIA 2008).

- **Acetilcolina**

A Acetilcolina é um neurotransmissor sintetizado a partir da colina e da acetilCoA pela ação da colina acetiltransferase. Os agonistas da Acetilcolina vão atuar excitando ou inibindo

as células efectoras autônomas inervadas pelos neurônios parassimpáticos. (MICHAEL, c2000).

Uma maneira de potencializar a ação dos neurônios colinérgicos (cujo neurotransmissor principal é a Acetilcolina) é a inibição da acetilcolinesterase, a qual é uma enzima que degrada as moléculas de Acetilcolina (MICHAEL, c2000).

- **Epinefrina e Noraepinefrina (adrenalina e noradrenalina).**

A Epinefrina e a Noraepinefrina, bem como a Dopamina são catecolaminas formadas a partir da fenilalamina e da tirosina. Irão apresentar tanto efeitos inibitórios quanto excitatórios. As funções cardíacas, como por exemplo, numa reação de luta e fuga, serão elevadas por meio do aumento da frequência e da contração cardíaca em função da ação da Epinefrina e da Noraepinefrina. Além de atuar como neurotransmissores, podem influenciar a taxa metabólica, como por exemplo, a produção de insulina pelo pâncreas. (MICHAEL, c2000)

- **Serotonina**

A Serotonina (5-hidroxitriptamina, 5HT) é formada a partir da hidroxilação e a descarboxilação do triptofano. A Serotonina apresenta efeitos significativos no sistema cardiovascular, podendo também afetar o respiratório e os intestinos. Pode participar também na regulação da temperatura, no controle de humor e na indução do sono. Um exemplo clássico da atuação da Serotonina é a vasoconstrição. A Serotonina também está envolvida nos mecanismos de prazer ao atuar na liberação de um peptídeo que inibe a ação inibitória do GABA sobre os receptores de Dopamina (MICHAEL, c2000; TORTORA; GRABOWSKI, 2002).

- **Dopamina**

A Dopamina, bem como a Noraepinefrina e a Epinefrina, é sintetizada a partir da tirosina. Será o principal neurotransmissor envolvido nas reações emocionais, principalmente as de prazer. Também está envolvida na regulação do tônus muscular esquelético. A degeneração dos neurônios dopaminérgicos é a responsável pela doença de Parkinson (TORTORA; GRABOWSKI, 2002).

## 2.4 SISTEMA NERVOSO AUTÔNOMO

*“É muito difícil fazer sua cabeça e seu coração trabalharem juntos. No meu caso, eles não são nem amigos”.*  
(Woody Allen)

O Sistema Nervoso Autônomo (SNA) é uma subdivisão do Sistema Nervoso Periférico (SNP), operando em conjunto com o Sistema Nervoso Somático. O Sistema Nervoso Autônomo recebeu tal denominação por ter seu funcionamento, originalmente, caracterizado como autogovernante. Todavia, por mais que não esteja submetido ao controle consciente do córtex cerebral, sabe-se, atualmente, que é regulado por outras regiões encefálicas, como principalmente o hipotálamo e o tronco encefálico (TORTORA; GRABOWSKI, 2006; LENT, 2005).

O SNA é responsável pelo controle do meio interno do organismo, regulando o funcionamento dos órgãos viscerais, das glândulas e dos músculos estriado cardíaco e liso. Tal controle é proveniente da recepção da informação ao SNA, por meio de neurônios sensitivos autônomos (neurônios associados aos receptores sensitivos que monitoram condições internas, tais como o grau de distensão dos órgãos internos e dos vasos sanguíneos) (TORTORA; GRABOWSKI, 2006). Os neurônios sensitivos autônomos operam em conjunto com os neurônios motores autônomos, que são responsáveis pela regulação da inibição e da excitação em seus tecidos efetores (glândulas, músculo cardíaco e liso). Os tecidos efetores dos neurônios motores autônomos, diferentemente dos efetores dos neurônios motores somáticos (músculo esquelético), continuam seu funcionamento mesmo mediante a algum dano em seu suprimento nervoso, como, por exemplo, o batimento do coração quando removido para ser transplantado.

O SNA apresenta duas subdivisões: a divisão Simpática e a Parassimpática, atuando de maneira coordenada, às vezes antagônica. A divisão Simpática é recrutada sempre que o organismo encontra-se numa situação de emergência como lutar ou fugir ocasionando um gasto de energia. Já a divisão Parassimpática causa efeitos antagônicos sobre um mesmo órgão inervado pela simpática e está relacionada às funções de economia e obtenção de energia (repouso e digestão). A homeostase é uma consequência do balanço entre as atividades simpáticas e parassimpáticas que se integram e se complementam (TORTORA; GRABOWSKI, 2006).

Os efetores (órgãos que executam determinada função em resposta a determinado estímulo e neurotransmissor) apresentam diferentes receptores para diferentes neurotransmissores, no qual há um tipo específico para a divisão Simpática e outro para a Parassimpática. Na sinapse ganglionar entre os neurônios pré e pós – ganglionares de ambas as divisões o principal neurotransmissor é a acetilcolina. A diferença entre as divisões está no axônio dos neurônios pós – ganglionares, onde a divisão Simpática aplica como principal neurotransmissor a noradrenalina, enquanto a Parassimpática a acetilcolina (TORTORA; GRABOWSKI, 2006; LENT, 2005).

- **Sistema Nervoso Autônomo Simpático**

As respostas Simpáticas podem atingir órgãos de todo o corpo quase simultaneamente, através da capacidade do axônio de um neurônio simpático pré-ganglionar fazer a sinapse com inúmeros neurônios pós-ganglionares, o que é responsabilidade das sinapses ganglionares ao permitirem a existência de divergência periférica, culminando numa ação difusa. Na região encefálica, partem do gânglio cervical neurônios pós-ganglionares que atuam nas glândulas sudoríparas, no músculo liso do olho, nos vasos sanguíneos da face, na mucosa nasal e nas glândulas salivares. Na região torácica partem neurônios pós-ganglionares do tronco simpático (cadeia de gânglios unidos por fibras interganglionares, os gânglios desta cadeia distribuem-se de cada lado da coluna vertebral), que atuam no coração, nos pulmões, e alguns atuam nos vasos sanguíneos e no músculo liso dos folículos pilosos. Na região abdominal os neurônios pós-ganglionares, que partem dos gânglios pré-vertebrais atuam no curso de várias artérias, e no efetores autônomos abdominais e pélvicos. As glândulas supra-renais também são regidas pela divisão Simpática, no qual a estimulação dos neurônios pós-ganglionares vai promover a liberação de uma mistura de adrenalina e noradrenalina, que circulando pelo corpo vão intensificar as respostas promovidas pelos neurônios pós-ganglionares simpáticos, principalmente quando o organismo necessitar de energia para lutar ou fugir (TORTORA; GRABOWSKI, 2006).

- **Sistema Nervoso Autônomo Parassimpático**

As respostas Parassimpáticas estão localizadas em um único efector, devido ao fato do neurônio pré-ganglionar ser longo e fazer sinapse no gânglio próximo ou no próprio efector, tendo como consequência neurônios pós - ganglionares curtos. O fluxo dos impulsos nervosos da divisão Parassimpática origina-se dos núcleos de nervos cranianos e dos segmentos sacrais da medula espinhal, com destaque para o nervo vago (nervo craniano) que conduz 80% dos

impulsos Parassimpáticos. Os axônios do nervo vago vão chegar aos gânglios da região torácica e abdominal atuando sobre os órgãos destas regiões, enquanto os neurônios pré-ganglionares que partem do segmento sacral vão chegar aos gânglios da região pélvica. A sinapse entre os neurônios pré-ganglionares e os pós-ganglionares acontece no gânglio terminal de cada órgão, localizando-se próximo ou na própria parede do órgão innervado (TORTORA; GRABOWSKI, 2006).

- **Simpático e Parassimpático: ação conjunta**

Quando o organismo se encontra em situações que promovem estresse físico ou emocional, visualiza-se uma elevação na atuação da divisão Simpática, com o correspondente declínio da atuação da divisão Parassimpática. As mudanças corporais são visualizadas em circunstâncias de esforço físico, emergência, excitação e embaraço, tais circunstâncias promoverão a ativação da divisão Simpática e a consequente liberação dos hormônios adrenalina e noradrenalina, que resultarão nas reações de “luta ou fuga” (TORTORA; GRABOWSKI, 2006; LENT, 2005).

- **Reações de luta e fuga**

As reações de “luta ou fuga” são manifestações fisiológicas estereotipadas. São caracterizadas pela dilatação das pupilas; aumento da frequência cardíaca e da pressão sanguínea; dilatação das vias respiratórias, permitindo um fluxo maior de ar para os pulmões, otimizando o suprimento de oxigênio. Há a supressão sanguínea, por meio da vasoconstrição de órgãos como rins e os do trato gastrointestinal, reduzindo o volume de urina e das atividades digestivas; há a vasodilatação promovendo o aumento do suprimento sanguíneo nos músculos esquelético e cardíaco, fígado e tecido adiposo. Há um aumento do suprimento de energia por meio da conversão do glicogênio armazenado no fígado em glicose, pelos hepatócitos (aumentando a glicemia) e a conversão dos triglicerídeos em ácidos graxos, pelos adipócitos (TORTORA; GRABOWSKI, 2006).

- **Reações de Repouso e digestão**

A divisão Parassimpática desempenha funções que restauram e conservam o suprimento de energia do organismo, as chamadas reações de “repouso e digestão”, que apresentam elevação após atividades físicas e expressões de emoções, principalmente quando acompanhadas das reações de “luta ou fuga”. A elevação da atuação da divisão

Parassimpática vai reduzir as funções corporais que foram elevadas, objetivando restaurar a homeostase. As reações de “repouso e digestão” apresentam manifestações fisiológicas como à salivação; a micção; a digestão; a defecação; a redução da frequência cardíaca; a constrição das vias respiratórias e a redução do diâmetro das pupilas (TORTORA; GRABOWSKI, 2006).

- **Controle do organismo pelo Sistema Nervoso Autônomo**

O SNA apresenta duas formas de controle do organismo: o modo reflexo e o modo de comando. O modo reflexo é caracterizado pelo recebimento da informação proveniente de determinado órgão, a avaliação desta informação e a posterior execução de uma resposta. Exemplo disto é a elevação da pressão arterial pela divisão Simpática, após acordar sobressaltado, onde é identificada por receptores da aorta e das carótidas uma queda de pressão. O modo de comando é caracterizado pela ativação do SNA por regiões corticais e subcorticais de modo voluntário, como por exemplo, a lembrança de uma emoção que provoca taquicardia, sudorese, dentre outras sem que haja a ativação por estímulos sensoriais (LENT, 2005).

Independente do modo de controle que o SNA execute, há o desenvolvimento de estratégias que mantêm a precisão da função dos órgãos, mantendo a “sintonia fina”. São basicamente duas estratégias: a antagonista, na qual a ativação de uma divisão provoca o efeito oposto na outra, como por exemplo, a taquicardia provocada pela estimulação da região Simpática que inerva o coração e a bradicardia (desaceleração do coração) pela estimulação da Parassimpática; a sinergista, onde ambas as divisões convergem em um mesmo efeito, como por exemplo, a estimulação das divisões Simpática e Parassimpática das glândulas salivares, convergindo na produção de saliva (LENT, 2005).

Em comparação com as vias motoras somáticas, que apresentam a acetilcolina como neurotransmissor, que possuem neurônios que percorrem todo o trajeto do Sistema Nervoso Central (SNC) ao efector e que sempre excita esse efector, as vias motoras autônomas apresentam a noradrenalina e a acetilcolina como neurotransmissores e conjuntos de dois neurônios motores autônomos. Um possui seu corpo celular nas substancia cinzenta da medula espinhal (neurônio pré-ganglionar) e seu axônio percorre o percurso do SNC a um gânglio autônomo (coleção de corpos celulares neuronais externa ao SNC) onde faz a sinapse com um segundo neurônio motor (neurônio pós-ganglionar), que se apresenta inteiramente no Sistema Nervoso Periférico, estendendo seu axônio até o tecido efector excitando-o (contraindo os músculos liso e cardíaco e estimulando a secreção das glândulas) ou inibindo-o

(relaxando os músculos liso e cardíaco e inibindo a secreção das glândulas) (TORTORA; GRABOWSKI, 2006).

## 2.5 SISTEMA LÍMBICO

*“A coisa mais bela que o homem pode experimentar é o mistério. É essa emoção fundamental que está na raiz de toda ciência e toda arte.” (Albert Einstein).*

O Sistema Límbico é definido como o conjunto de regiões localizadas na região cortical de ambos os hemisférios e no diencéfalo. Seu conceito abrange as estruturas descritas no Circuito de Papez e o **termo lobo ou córtex límbico** de Paul Broca (LENT, 2005).

O córtex **Límbico** é formado por estruturas filogeneticamente antigas, como a área piriforme, pelo giro hipocampal, pelo giro do cíngulo e pelas áreas insular e orbitofrontal. Além destas estruturas há a presença do tálamo, do hipotálamo, do hipocampo e da amígdala (GUYTON, 2008).

Não obstante o córtex **Límbico** ser uma das mais antigas regiões do córtex cerebral, suas funções não se apresentam com claramente conhecidas. Os neurofisiologistas presumem que a função do córtex Límbico seja a associação de informações para a maioria das funções comportamentais, armazenando informações acerca de experiências passadas, como objetos que despertam prazer, medo, dor, desejo sexual e etc. Tal armazenamento, provavelmente, funciona como estímulo a respostas comportamentais, conforme as experiências vivenciadas e o meio no qual está inserido o indivíduo. Pode-se, por fim, deduzir que a função do córtex Límbico é o controle emocional e comportamental (GUYTON, 2008).

A maior parte dos sinais eferentes do Sistema Límbico é redirecionada para o hipotálamo, que é a conexão com o SNA, promovendo as respostas fisiológicas referentes, ou não a manifestação emocional, em associação com o Sistema Endócrino (através da hipófise) (GUYTON, 2008).

O Sistema Límbico recebe conexões aferentes de praticamente todo o Sistema Nervoso, cujas informações provêm de regiões corticais associativas sensoriais. Apresenta também conexões eferentes para o hipotálamo, que além de regular as altas funções viscerais por meio da coordenação do Sistema Nervoso Autônomo, coordena e integra comportamentos

emocionais; e para o tronco encefálico, no qual se encontram núcleos motores relacionados a expressões emocionais como o choro, vocalização, expressão facial dentre outros.

- **Córtex Pré - Frontal (PFC)**

Por eliminação, o córtex pré - frontal é toda a região do córtex cerebral, em sua porção frontal, que não é responsável diretamente por receber estímulos sensoriais provenientes dos órgãos dos sentidos, e nem por coordenação motora. O PFC está envolvido nos processos de memória de trabalho, concentração, cálculo de consequências, raciocínio contingente e empatia. Grande parte das funcionalidades acima possui estreito vínculo com as emoções, uma vez que calcular consequências, raciocinar de maneira contingente e a empatia são possíveis graças à inferência emocional, que pondera em associação com a razão à gravidade de uma ação, a maneira de evitar consequências desastrosas desta ação, e o reconhecimento do sentimento do outro a ponto de colocar-se em seu lugar (HERCULANO-HOUZEL, 2005).

A principal função do PFC é a associação entre estímulos, as ações decorrentes de tais estímulos, as respectivas consequências e o registro das memórias destes eventos. Isto é proveniente das interconexões entre as duas principais regiões do PFC, o córtex orbito-frontal (OFC) e o córtex pré-frontal dorso-lateral (DLPFC), que além de se interligarem apresentam conexões com virtualmente todas as outras regiões do córtex cerebral (HERCULANO-HOUZEL, 2005).

O córtex orbito-frontal localiza-se nas regiões mais ventrais e inferiores, atrás dos olhos e órbitas. Apresenta interligações com a amígdala e o hipocampo, estando relacionado com o comportamento social regulado pelas emoções e experiências passadas. O córtex pré-frontal dorso-lateral corresponde à região superior e lateral do córtex frontal, equivalente ao arco formado desde a frente das orelhas ao topo da testa. Apresenta interligações com regiões do córtex frontal, núcleos da base e córtex cingulado, estando relacionado com a monitoração de erros e a regulação de comportamentos motivados (HERCULANO-HOUZEL, 2005).

- **Amígdala**

A Amígdala é um núcleo complexo, situado abaixo do córtex cerebral, no pólo anterior de cada lobo temporal. Por ser composta de vários núcleos, é também denominada de complexo amigdalóide. Seus núcleos estão associados a três grupos básicos: o grupo basolateral, central e o cortiço-medial (ESPERIDIÃO-ANTONIO et al, 2008; LENT, 2005).

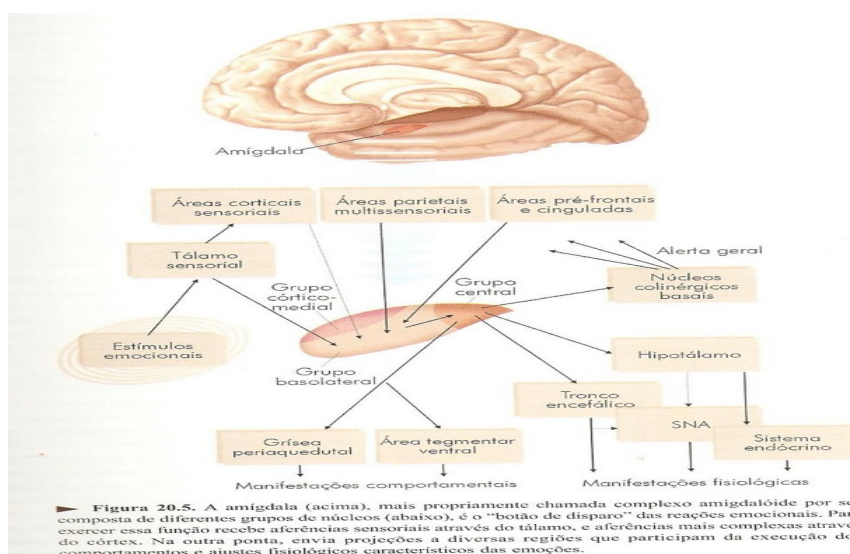


Ilustração 4: Esquema das partes da Amígdala e suas conexões.

Fonte: LENT, 2005, p. 661.

Atua no ser humano, em associação com o hipotálamo, no controle emocional e comportamental. É ativada em situações como encontros agressivos e/ou de natureza sexual, além de ser responsável pela associação entre estímulos e recompensas (ESPERIDIÃO–ANTONIO et al, 2008).

A estimulação da Amígdala pode transmitir ao hipotálamo estímulos para: o aumento ou redução da pressão, da frequência cardíaca, e da atividade gastrintestinal; defecação, micção, dilatação ou constrição pupilar e piloereção. Tais manifestações se configuram como manifestações fisiológicas a estímulos emocionais de raiva e\ ou medo. Estimulando áreas diferentes da Amígdala há a excitação sexual, abrangendo os movimentos copulatórios, a ereção (peniana ou clitoral), a ejaculação, a ovulação, dentre outras atividades uterinas.

- **Giro do Cíngulo e Giro para – hipocampal.**

O Giro do Cíngulo é uma estrutura que está relacionada à depressão, ansiedade e agressividade. Auxiliará no processo de determinação de memórias, apresentando aumento de atividade mediante a recorrência a mentira. Quando há a presença de lesão nesta estrutura é visível um quadro de lentidão mental. (ESPERIDIÃO – ANTONIO et al, 2008).

O Giro para-hipocampal está intimamente envolvido com processos de armazenamento de memória. Sua importância para o estudo das emoções reside no fato de determinadas emoções, como o prazer e o medo, recorrerem à memória em busca de situações passadas, a fim de encontrar “parâmetros” de prazeres passados podendo avaliar a satisfação de prazeres

futuros e de situações potencialmente perigosas, respectivamente (ESPERIDIÃO – ANTONIO et al, 2008).

### 3 CONCEITO DE EMOÇÃO

*“Há sempre alguma loucura no amor. Mas há sempre um pouco de razão na loucura.” (Friedrich Nietzsche)*

Emoções são exemplos clássicos daqueles conceitos que se sabe, perfeitamente o que são, mas não se consegue defini-los (LENT, 2005).

Segundo Lent (2005), emoção, bem como razão, são operações genéricas provenientes de um mesmo contínuo chamado Mente geralmente acompanhadas de experiências anteriores características, dotadas da capacidade de orientar e promover os ajustes fisiológicos necessários. As regiões cerebrais de evolução mais antigas são responsáveis pela regulação biológica básica, enquanto o neocórtex (regiões cerebrais de evolução recente) é responsável por deliberações de sensatez e sutileza. No córtex cerebral encontram-se a razão e a força de vontade, enquanto abaixo dele, no subcórtex, encontram-se a emoção e os sentimentos, não estando, necessariamente desvinculados (LENT, 2005; DAMÁSIO, 1996).

A descrição subjetiva de uma emoção é de difícil controle e detecção, uma vez que não é possível realizar uma verificação exata. Contudo é possível acompanhar a manifestação dos componentes fisiológicos desencadeados por determinada emoção e promovidos pelo Sistema Nervoso Autônomo (SNA) (LENT, 2005).

O naturalista Charles Darwin, em A expressão das emoções no homem e nos animais (1872), observou similaridades entre a expressão comportamental de determinadas emoções como raiva e medo em diferentes indivíduos. Com base nisto, conseguimos elucidar três funcionalidades emocionais: a sobrevivência do indivíduo que impinge características agressivas tanto ao predador quanto ao agressor, as quais serão respondidas com comportamentos defensivos pela presa ou agredido; a sobrevivência da espécie mediante a reprodução, onde nos animais está associada à disputa pelas fêmeas e a corte as mesmas, enquanto nos homens envolvem comportamentos emocionais complexos, como paixão e prazer, durante o ato sexual; e a comunicação social, que nos animais se restringe a manutenção da sobrevivência e nos homens adquiriu grande importância, abrangendo uma vasta gama de comportamentos (LENT, 2005).

A expressão das emoções desencadeia manifestações de cunho fisiológico, com características inerentes à emoção expressa e ao indivíduo. As manifestações fisiológicas, como dito anteriormente, são decorrentes de respostas autonômicas, envolvendo praticamente todos os sistemas corporais. Destaque para as manifestações motoras, que se configuram como involuntárias ou estereotipadas, ou seja, reflexas, bem como bastante complexas envolvendo ações voluntárias (LENT, 2005).

Podemos identificar pares de emoções opostas como alegria e tristeza, bem como experiências emocionais únicas como agonia, desprezo, inveja, pânico dentre outras. Identificam-se também emoções que se configuram como inatas, as emoções primárias, e emoções adquiridas, as emoções secundárias. Devido à gama emocional humana é complicado classificar as emoções, além da expressão das mesmas variar de indivíduo a indivíduo (LENT, 2005).

### 3.1 EMOÇÕES POSITIVAS E NEGATIVAS

*“A inteligência é o único meio que possuímos para dominar os nossos instintos.” (Sigmund Freud).*

As emoções humanas, além de medo e raiva, comuns a humanos e animais, possuem uma maior complexidade. Definir tais emoções é algo complexo, no entanto, pode-se atribuí-las caráter positivo ou negativo. As emoções de caráter positivo, como alegria, suscitam comportamentos que tendem a serem repetidos, enquanto as de caráter negativo, como o medo, provocam comportamentos que visam repudiar tal emoção (LENT, 2005).

Os comportamentos suscitados pelas emoções positivas são provenientes de um estímulo denominado de apetitivo, enquanto os comportamentos provenientes de emoções negativas, estímulos aversivos (LENT, 2005).

As emoções positivas, em sua grande maioria, são mais representativas em humanos, não apresentando um estreito paralelo com os demais animais, pelo fato de apresentarem manifestações densamente subjetivas e pouco detectáveis. As emoções positivas são aquelas que promovem prazer, das quais se pode destacar a alegria, o amor e a amizade, uma vez que apresentam similaridade entre humanos e animais, mas os animais são desprovidos da experiência individual, a qual é substancialmente importante nos humanos (LENT, 2005).

As emoções negativas apresentam mais correlatos entre homens e animais, apresentando uma diversificada gama de manifestações fisiológicas e detectáveis, além de

estarem essencialmente relacionadas com a sobrevivência do indivíduo. As emoções negativas são aquelas que promovem desprazer, das quais se pode citar o medo, a raiva, a ansiedade, tristeza (LENT, 2005).

### 3.2 EMOÇÕES PRIMÁRIAS

*"A vida é curta, mas as emoções que podemos deixar duram uma eternidade." (Clarisse Lispector).*

As emoções primárias podem ser observadas sob o prisma de emoções básicas, estando presentes tanto em animais quanto em humanos, cuja relevância está presente na preparação do organismo para a reação a determinado estímulo. Deste grupo emocional é possível citar o medo e a raiva como emoções essenciais, além do prazer que é engajado no âmbito de recompensa. São emoções inatas, pré-organizadas e que dependem essencialmente da rede de circuitos do Sistema Límbico (DAMÁSIO, 1996).

Desde o nascimento encontram-se instaladas certas programações emocionais, relacionadas principalmente com a sobrevivência do indivíduo. Características sonoras (rugidos, deslocamentos rastejantes), visuais (porte e envergadura grandes) e sensitivas (dores) despertam inatamente emoções como o medo. Tal medo será inespecífico, uma vez que as características citadas acima remetem a uma infinidade de situações e objetos, sendo o medo, portanto, não do objeto em si, mas de qualquer coisa que apresente as mesmas características. Exemplo disto é o medo de gato que um bebê pode desenvolver. O bebê ainda nem faz idéia do que é um gato, mas reconhece na vocalização do gato, na figura de suas arranhaduras potenciais objetos desencadeadores de medo (DAMÁSIO, 1996).

A resposta ao estímulo/objeto que desperta emoção pode se expressar de duas maneiras: a priori de maneira inata, involuntária e genérica, para posteriormente de maneira mais específica com a consciência de que tal objeto deve ser evitado (DAMÁSIO, 1996).

Todavia, as emoções primárias não abrangem toda a gama emocional humana, elas contribuem em um processamento emocional básico. Para explicar a complexidade das emoções humanas são necessárias emoções secundárias (DAMÁSIO, 1996).

### 3.3 EMOÇÕES SECUNDÁRIAS

*"Só é lutador quem sabe lutar consigo mesmo." (Carlos Drummond de Andrade)*

As emoções secundárias podem ser observadas como exclusivas dos seres humanos, sendo manifestações adquiridas e mais duradouras, por serem mais bem elaboradas mentalmente, uma vez que são construídas a partir das manifestações inatas, recebendo muitas vezes a denominação de sentimento (DAMÁSIO, 1996).

O processo que produz uma emoção secundária é constituído por uma série de considerações deliberadas e conscientes a cerca da relação do sujeito emocional com o objeto da emoção, sendo tais considerações tanto verbais (frases relativas, nomes, atributos) quanto não-verbais (odor, aparência, determinados lugares). Tais considerações encontram expressão na forma de imagens mentais que promoverão, na forma de pensamento, uma avaliação cognitiva do conteúdo dos acontecimentos relacionados ao sujeito. Então, em um patamar não consciente e com cunho automático e involuntário há a reação de estruturas límbicas como o córtex pré-frontal com as imagens mentais, que incorporaram a emoção do presente momento aspectos relativos à experiência individual do sujeito (DAMÁSIO, 1996).

As respostas decorrentes de uma emoção secundária exigirão o esforço coordenando de diversos mecanismos cerebrais e sistemas corporais, sob o comando do Sistema Nervoso Autônomo. No entanto, as categorizações de emoções primárias e secundárias estão vinculadas, uma vez que a natureza não construiu mecanismos independentes para a expressão de emoções primárias e secundárias. Restringiu-se simplesmente a permitir que as emoções secundárias se exprimissem pela via já preparada para as emoções primárias (DAMÁSIO, 1996).

### 3.4 TEORIAS EMOCIONAIS

*“Sobre as emoções tenho curiosidade. Sobre os fatos, quaisquer que venham a ser, não tenho curiosidade alguma.” (Fernando Pessoa)*

#### 3.4.1 Teoria de William James

O médico, psicólogo e filósofo William James foi um dos pioneiros no estudo das emoções. Damásio expõe muito bem o cerne da teoria de James que residia na

[...] existência de um mecanismo básico em que determinados estímulos no meio ambiente excitam, por meio de um mecanismo inflexível e congênito, um padrão

específico de reação do corpo. Não havia necessidade de avaliar a importância dos estímulos para que a ação tivesse lugar. Na sua própria (de William James) afirmação lapidar: "Cada objeto que excita um instinto excita também uma emoção". (DAMÁSIO, 1996, p. 159)

Contudo, atualmente sabe-se que as emoções são desencadeadas por um processamento mental involuntário e não automático, e que a exposição de James, na qual as emoções são respostas cognitivas às informações sensoriais periféricas, funcionaria quando aplicada às emoções dos primórdios da vida, mas não à gama emocional presente na vida de um indivíduo adulto. Além do fato de poder existir outros mecanismos que promovam as sensações corporais descritas por James como inerentes às emoções (DAMÁSIO, 1996).

A teoria de James é reconhecida devido ao fato do mesmo ter elucidado a questão de que alterações nos parâmetros das respostas corporais atuam diretamente na intensidade de uma experiência emocional, como uma espécie de feedback que modula a experiência de uma emoção (DALGLEISH, 2004, tradução nossa).

#### 3.4.2 Teoria de Cannon - Bard

A teoria dos fisiologistas Walter Cannon e Phillip Bard contrapõe o argumento de James de que as emoções são respostas cognitivas frente às informações sensoriais periféricas. Cannon e Bard, por meio de experimentos com gatos com lesões no córtex cerebral que estavam sujeitos a ataques repentinos de raiva (em um fenômeno que denominaram de "falsa fúria"), argumentaram que se as emoções fossem decorrentes de variações na percepção corporal, estariam totalmente dependentes de um córtex sensorial intacto, o que não era visível nos gatos, que mesmo com o córtex lesionado expressavam emoções (DALGLEISH, 2004, p. 583, tradução nossa).

O experimento de Cannon e Bard provou que a teoria de James era errônea, implicando na proposição da primeira teoria substancial sobre o processamento cerebral das emoções. Tal processamento tinha como égide o tálamo, que coordenaria o processamento emocional, e o hipotálamo seria a via de manifestação fisiológica de determinada emoção, estando envolvido nas respostas aos estímulos emocionais e tais respostas poderiam ser inibidas por regiões evolutivamente recentes (neocórtex) (DALGLEISH, 2004, tradução nossa; BRANDÃO, 2004).

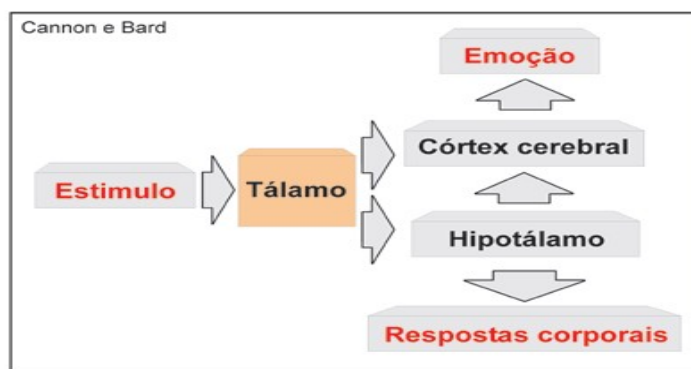


Ilustração 5: Esquema da teoria de processamento emocional proposta por Walter Cannon e Philip Bard.  
 Fonte: BRANDÃO, 2004, p. 124.

### 3.4.3 Teoria de James Papez - O Circuito de Papez

A teoria do neuroanatomista James Papez propunha que o processamento emocional era decorrente de um circuito de regiões associadas dispostas de modo “circular”, que envolviam a emoção, as reações comportamentais e as reações fisiológicas. As regiões do circuito atuavam de forma unida e coordenada, as quais são: córtex cingulado, hipocampo, hipotálamo, tálamo e núcleos anteriores de tálamo (LENT, 2005; ESPERIDIÃO-ANTONIO et al, 2008).

Papez propôs duas vias de entrada da informação sensorial ao tálamo. Em uma via a informação sensorial chegava ao tálamo, transmitida diretamente ao córtex sensorial e/ou ao hipotálamo. Uma vez no córtex sensorial a informação era revertida ao córtex cingulado e ocorreria a produção da emoção. E no hipotálamo seria produzida uma resposta corporal. Na outra via, a informação chega ao tálamo, é transmitida ao hipotálamo, que direciona ao tálamo anterior, direcionando a informação ao córtex cingulado, onde a emoção é produzida, então a informação é direcionada ao hipocampo, que é importante no armazenamento da experiência emocional e na tomada de decisões, do hipocampo a informação é retransmitida ao hipotálamo que promove a estimulação do SNA a produzir respostas corporais adequadas (DALGLEISH, 2004, tradução nossa).

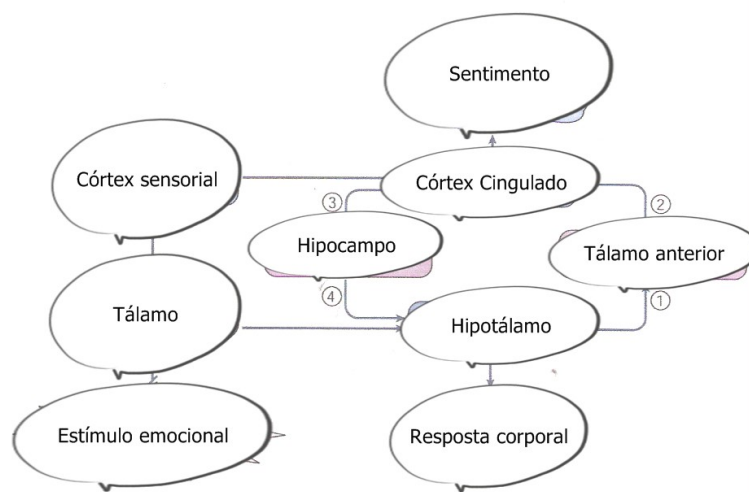


Ilustração 6 - Esquema do Circuito de Papez<sup>1</sup>  
 Fonte: DALGLEISH, 2004, p. 584, tradução nossa.

### 3.4.4 Teoria de Paul MacLean - O Sistema Límbico

Neste subcapítulo será abordada a elaboração da teoria emocional mais aceita, a teoria do Sistema Límbico, apesar das ressalvas que a envolvem. Contudo, uma descrição mais completa e detalhada das estruturas e funções do Sistema Límbico está presente no capítulo 2.

A proposta do neurocientista Paul MacLean consistia, numa perspectiva neojamesiana, no fato de que as experiências emocionais abrangeriam as sensações provenientes do meio externo, que conduziriam a mudanças corporais, no qual o cérebro receberia a informação acerca de tais mudanças e promoveria a integração das mudanças com a percepção de meio externo, promovendo a experiência emocional. MacLean propôs que tal integração era proveniente da interligação de estruturas, que foram agrupadas no Sistema Límbico (DALGLEISH, 2004, tradução nossa).

MacLean aproveitou o termo “lobo límbico” do anatomista Paul Broca, que designa um anel composto por um contínuo de estruturas corticais situadas na face medial e inferior do cérebro, para a criação de um modelo de processamento emocional que aproveitava as estruturas descritas por Papez. (ESPERIDIÃO-ANTONIO et al, 2008).

Além das estruturas presentes no Circuito de Papez foram incluídas novas estruturas, que se apresentaram como dotadas de grande importância como a Amígdala, o Córtex Pré-

<sup>1</sup> A teoria do circuito de Papez da neuroanatomia funcional da emoção. Papez propôs uma série de conexões do hipotálamo para o tálamo anterior (1) e para o córtex cingulado (2). As experiências emocionais ou sentimentos ocorrem quando o córtex cingulado integra estes sinais do hipotálamo com informações do córtex sensorial. Saída do córtex cingulado ao hipocampo (3) e, em seguida, para o hipotálamo (4) permite o controle cortical do emocional respostas. Esquema do Circuito de Papez adaptado da Revista Nature.

frontal (PFC), Giro do Cíngulo, Giro para-hipocampal, o núcleo accumbens e área do septo. Há divergência entre os neurobiologistas quanto à composição do Sistema Límbico, mas as estruturas acima mencionadas são consenso entre eles, dentro das ressalvas que cabem ao Hipocampo e aos núcleos anteriores do tálamo, que parecem apresentar uma função menor no processamento emocional, do que a imaginada por MacLean. O Hipocampo estaria mais envolvido nos processos de memória, inclusive a memória emocional (ESPERIDIÃO-ANTONIO et al, 2008; DALGLEISH, 2004, tradução nossa).

Há também a crítica quanto à existência de um único sistema das emoções, uma vez que há diversos circuitos e redes neuronais, que se correlacionam com os estados emocionais (ESPERIDIÃO-ANTONIO et al, 2008).

### 3.5 RAIVA

*“O 'instinto' é a mais inteligente das espécies de inteligência até então descobertas”  
(Friedrich Nietzsche)*

Neste subcapítulo abordaremos a emoção raiva sob o aspecto de agressão, uma vez que a agressão é, na maioria das vezes, o principal mecanismo extravasamento da raiva e/ou fúria de um indivíduo.

Segundo Lent (2005), raiva é a emoção que vai determinar o comportamento de agressão e/ou ataque, seja de caráter ofensivo ou defensivo.

Pode-se relacionar a agressão ao medo, uma vez que a agressão pode ser subsequente ao medo, acompanhada da dimensão subjetiva através do sentimento de raiva. Tal sentimento estimulará o indivíduo a defender-se do sujeito causador do medo, bem como o atacar. No entanto, medo e raiva são emoções distintas, sem a obrigatoriedade de uma ocorrer em função da outra, além de apresentarem componentes subjetivos e comportamentais distintos, e por vezes opostos (LENT, 2005).

A agressividade presente nos seres humanos distingui-se da presente nos animais, por ter perdido grande parte de seu valor quanto a sobrevivência do indivíduo, uma vez que os mecanismos cognitivos racionais controlam-na (LENT, 2005).

Estudos em animais identificaram dois padrões de comportamentos agressivos: a agressão predatória e a afetiva. A agressão predatória é visualizada na busca pela obtenção de alimento, no qual, muitas vezes, o animal deve ser agressivo para dominar e abater a presa que lhe servirá de alimento. Já a agressão afetiva está relacionada à sobrevivência da espécie, no qual o animal para conquistar um parceiro para a procriação se envolve em disputas para

se definir o mais forte e mais apto, e a exibição para o parceiro em potencial (ESPERIDIÃO – ANTONIO et al, 2008).

### 3.6 MEDO

*“O medo é o pai da moralidade”. (Friedrich Nietzsche)*

O medo é uma emoção negativa proveniente de estímulos aversivos, e apresenta-se de duas formas, a incondicionada e a condicionada.

O medo incondicionado é uma forma inata, no qual o estímulo aversivo causa medo por si só, não sendo necessária circunstância envolvendo o sujeito e o objeto do medo. Exemplos comuns a animais e humanos que promovem medo incondicionado são ruídos súbitos e altos, estímulos visuais grandes, não identificados e que aparecem de súbito no campo visual, dentre outros (LENT, 2005).

A maioria dos estímulos que promovem medo é condicionada. Os estímulos de medo condicionado são, em sua maioria, inócuos, mas que em algum momento foram associados a situações de perigo, no qual o indivíduo sentiu-se ameaçado. Através dos mecanismos de memória este objeto de medo condicionado é armazenado e, a cada vez que o sujeito encontra seu objeto, este se apresenta com um aviso de que a situação ameaçadora pode acontecer a qualquer instante. Como por exemplo, a figura de um gato, não necessariamente a figura de um gato, mas ações e fatos que remetam a um gato resgatam uma situação passada em que um gato lhe feriu, situação esta que pode ser repetida a qualquer instante (LENT, 2005).

A intensidade do medo sentido varia de rápido e fugaz a lento e duradouro, dependendo do estímulo que o provoca. Como por exemplo, temos um sobressalto com um ruído alto e desconhecido, mas após o término do ruído constata-se que era um estímulo inócuo e que cessou. No entanto, há estímulos realmente ameaçadores que se mantêm a espreita prolongando o medo. Dentre estes estímulos que prolongam o medo, devem-se destacar os estímulos virtuais, no qual podem não estar presentes, mas a iminência de que ocorram prolongam ainda mais o medo. E quando este prolongamento é contínuo por um período de tempo considerável, acresce-se a tal medo um estado de estresse, transformando-o em ansiedade (LENT, 2005)

### 3.7 PRAZER

*"Sexo alivia as tensões. Amor as causas".  
(Woody Allen)*

O prazer será retratado no âmbito de recompensa. No entanto, haverá uma breve análise acerca do prazer sexual, e o promovido pela utilização de psicotrópicos, pelo fato dos mesmos apresentarem manifestações fisiológicas melhor descritas na literatura científica, do que o prazer promovido pela leitura de um bom livro, o degustar de um bom filme.

O prazer aqui retratado parte do pressuposto de que um estímulo apetitivo tenderá a ser repetido, uma vez que promoverá uma sensação de bem estar por ser agradável ao indivíduo.

A vida humana em sociedade se construiu sob a faceta de uma busca ininterrupta de prazer, seja este obtido através da leitura de um bom livro, da degustação de uma boa comida ou boa música, do ato sexual e até de drogas psicotrópicas.

O prazer, bem como a fome e a sede, é um estado motivacional. O estado motivacional é uma espécie de "impulso interior" que estimula o organismo a executar uma série de comportamentos, os comportamentos motivados, que são direcionados a determinado objetivo. Tomando o sexo como exemplo, pode-se perceber que os indivíduos são levados por um impulso interior a escolher um parceiro, a realizar comportamentos específicos e direcionados a conquista deste parceiro e executar atos sexuais que proporcionarão prazer, concretizando seu objetivo (LENT, 2005).

Os comportamentos motivados se apresentam de duas formas: a apetitiva, que engloba atos preparatórios para a satisfação do estímulo motivador; e a consumatória que engloba os atos que vão, efetivamente, proporcionar a satisfação do estímulo motivador. Tendo, novamente, o sexo como exemplo, pode-se identificar como comportamentos apetitivos a procura de um parceiro e a conquista do mesmo, e como comportamentos consumatórios o ato sexual propriamente dito (LENT, 2005).

O comportamento sexual, bem como as demais modalidades de obtenção de prazer, é proveniente da interação de sinais químicos e neurais orquestrados pelo hipotálamo e pelo sistema Mesolímbico. O qual responde a estímulos apetitivos e positivos, promovendo a criação de um estado motivacional que direciona a repetição dos comportamentos a fim de obter cada vez mais prazer (LENT, 2005).

O sistema Mesolímbico é também conhecido como sistema de recompensa, uma vez que será o "centro" de recompensa, na qual se baseia o prazer. Este sistema apresentará a responsabilidade de promover como recompensa a comportamentos que se mostrem úteis,

sensações de prazer e bem-estar. Com base em um “padrão” promovido por memórias de prazeres passados e pela imaginação de prazeres futuros, o sistema está apto a avaliar, posteriormente, a satisfação obtida em qualquer atividade (HERCULANO-HOUZEL, 2005).

Pode-se atribuir ao sistema Mesolímbico possíveis disfunções, cujo resultado é a dependência de drogas. A dependência de drogas é consequência de comportamentos motivados, cuja droga será a o reforço positivo que promoverá a repetição de tais comportamentos. Através do estudo farmacológico das drogas é possível identificar que muitas delas atuam no processo de neurotransmissão dopaminérgico. A principal forma de tal atuação é o aumento nos níveis de liberação da Dopamina pelos terminais mesolímbicos, promovendo sensações de prazer (LENT, 2005).

Experimentos realizados com macacos que foram ensinados a realizarem tarefas em troca de recompensa e que tiveram a atividade elétrica dos neurônios da via mesolímbica monitorada constataram a noção da expectativa de prazer. Esta noção é construída a partir da antecipação dos reforços positivos pelos neurônios mesolímbicos, ou seja, uma aprendizagem dos mesmos. Tal expectativa pode ser observada na ausência da droga em usuários e dependentes (LENT, 2005).

## 4 RELAÇÃO SISTEMA LÍMBICO, EMOÇÕES E SISTEMA NERVOSO AUTÔNOMO

*“A coerência é o último refúgio dos que não têm imaginação”. (Oscar Wilde)*

Como anteriormente mencionado os estímulos emocionais podem apresentar caráter apetitivo e aversivo. Tais estímulos são provenientes de variadas vias sensoriais, com destaque para as vias visuais, as quais são de grande importância nas emoções de raiva e medo, no qual é necessário o contato visual com a presa, a fim de desencadear os mecanismos agressivos e com o objeto do medo condicionado a fim de ativar os mecanismos de medo levando a luta ou a fuga. A Amígdala em sua porção esquerda é a estrutura límbica ativada em ambos os tipos de estímulo, com a diferença de intensidade, sendo mais intensamente ativada mediante a estímulos aversivos (VOLCHAN et al, 2003).

### 4.1 SISTEMA LÍMBICO, SISTEMA NERVOSO AUTÔNOMO E RAIVA

*“Se tendes um inimigo não lhe devolvais bem por mal, porque se sentiria humilhado...” (Friedrich Nietzsche)*

O Hipotálamo é uma estrutura determinante na expressão comportamental e fisiológica da raiva. Uma evidência disso foi realizada pelos fisiologistas Walter Cannon e Philip Bard, na década de 1920. Cannon e Bard desconectaram o Hipotálamo de gatos do córtex cerebral e do diencefalo. O que se verificou foi uma transformação no comportamento dos animais que se tornaram pacíficos e domesticados, apresentando episódios repentinos de raiva a partir de estímulos anteriormente inócuos, como a presença de seu tratador, no que os fisiologistas definiram como pseudo-raiva.

A Amígdala também está envolvida nos mecanismos de raiva, no qual a estimulação de seus núcleos basolaterais ativa o Hipotálamo e núcleos do tronco encefálico desencadeando comportamentos de raiva, como a afetiva (ESPERIDIÃO – ANTONIO et al, 2008).

A conexão da Amígdala com o Hipotálamo é uma espécie de via de eferente aos comportamentos referentes à raiva. O hipotálamo em sua porção medial se conecta com a grisea periaquedutal e a porção lateral com a área tegumentar ventral, configurando os ataques ofensivos característicos da raiva (LENT, 2005).

Um estudo realizado por Sander et al (2005) identificou as regiões cerebrais envolvidas no processamento da raiva, identificaram que a Amígdala em sua porção direita, o córtex orbitofrontal dentre outras estruturas estavam envolvidos. O estudo consistia em mapear as áreas cerebrais utilizando ressonância magnética funcional mediante a apresentação de vozes furiosas e neutras simultaneamente, optando por qual voz escutar. A Amigada direita era ativada independente da voz furiosa ou neutra; o córtex orbitofrontal mostrava atividade mais intensa quando se escolhia a voz furiosa. Pode-se perceber que a associação das áreas mencionadas acima promove o reconhecimento da raiva (SANDER et al, 2005).

A Amígdala está associada à percepção de expressões faciais de ameaça, e suas conexões com outras estruturas corticais, como o hipotálamo, possibilitam um resposta a tal ameaça, no qual estarão envolvidos os mecanismos de luta e fuga (ESPERIDIÃO – ANTONIO et al, 2008).

A regulação da raiva envolve a serotonina, cujos receptores se localizam principalmente no tronco encefálico e no hipotálamo, no qual se percebe aumento nos seus níveis mediante a estímulos agressivos ao outro ou ao próprio indivíduo (ESPERIDIÃO – ANTONIO et al, 2008; BRANDÃO, 2004).

#### 4.2 SISTEMA LÍMBICO, SISTEMA NERVOSO AUTÔNOMO E MEDO

*“Castigam-te pelas tuas virtudes todas”.*  
*(Friedrich Nietzsche)*

A Amígdala é o “centro” receptor e integrador dos estímulos aversivos que promovem o medo. Seus grupos, com destaque para o basolateral, recebem projeções dos sistemas sensoriais de áreas associativas visuais e auditivas dos lobos temporal e occipital e de áreas associativas multissensoriais do lobo parietal, além de projeções do tálamo auditivo e visual, contendo estímulos potencialmente causadores de medo (ESPERIDIÃO – ANTONIO et al, 2008; LENT, 2005).

O grupo basolateral da Amígdala emitirá projeções para o núcleo central da mesma, que atuará como disseminador das informações, coordenando as respostas autonômicas e comportamentais (LENT, 2005; MEZZALMA et al, 2004).

O percurso acima descrito é comum às modalidades incondicionada e condicionado do medo. No entanto, a modalidade condicionada por apresentar maior complexidade de estímulos, visualizada através de situações sociais de medo e ansiedade, necessita de uma

análise prévia do Córtex Pré-frontal e Cingulado, de onde serão veiculados para a Amígdala (LENT, 2005).

Uma vez que as informações vindas do grupo basolateral da Amígdala se encontram no núcleo central, estas são remetidas a dois destinos principais: Hipotálamo e Substância cinzenta periaquedutal. O Hipotálamo será responsável por ativar os circuitos de comando do SNA, Endócrino e Imune. O SNA atuará aumentando o ritmo respiratório, promovendo pela estimulação do lócus cerelus o aumento da liberação de noradrenalina, tendo como consequência o aumento da pressão sanguínea, da frequência cardíaca dentre outras manifestações autonômicas. A Substancia cinzenta periaquedutal, que é uma região do mesencéfalo, será responsável por respostas comportamentais, que englobam comportamentos de defesa e paralisia (LENT, 2005; MEZZALMA et al, 2004).

As respostas de defesa a estímulos incondicionados de medo estarão associadas a mecanismos de luta e fuga, coordenados pela Amígdala, Hipotálamo e Substancia cinzenta periaquedutal, obedecendo a um padrão de respostas estereotipado, caracterizado por uma atividade motora intensa acompanhada de reações neurovegetativas, como aumento da pressão arterial, da frequência cardíaca, da respiração, piloereção, micção, dentre outros (BRANDÃO, 2004).

As respostas a estímulos de medo condicionado estarão vinculadas a um sistema de inibição comportamental, coordenado pelo Septo e o Hipocampo. Estas respostas serão descritas através de eventos punitivos, frustração condicionada por meio da supressão do comportamento operante, esquiva, além da Substancia cinzenta periaquedutal que promove o congelamento passivo, com intensa bradicardia e queda da pressão arterial. Pelo fato do Hipocampo ser uma importante estrutura dos mecanismos de memória, será sua a responsabilidade de verificar se os eventos ambientais em curso condizem com a memória de algum comportamento. Caso não coincidam o Hipocampo passará a atuar em modo-controle com o aumento da atenção e vigilância ao meio em relação a estímulos potencialmente perigoso (BRANDÃO, 2004; BRANDÃO et al, 2003; ESPERIDIÃO – ANTONIO et al, 2008).

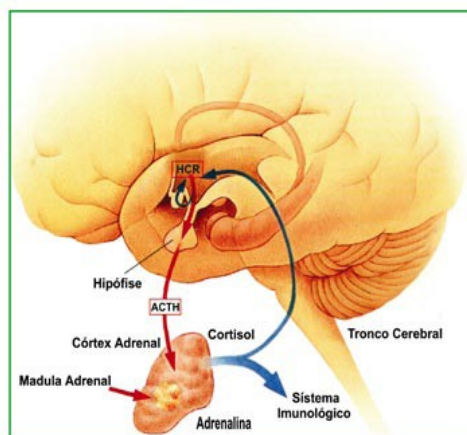


Ilustração 7 - Esquema do eixo hipotálamo-hipófise-adrenal.  
Fonte: BRANDÃO, 2004, p. 124

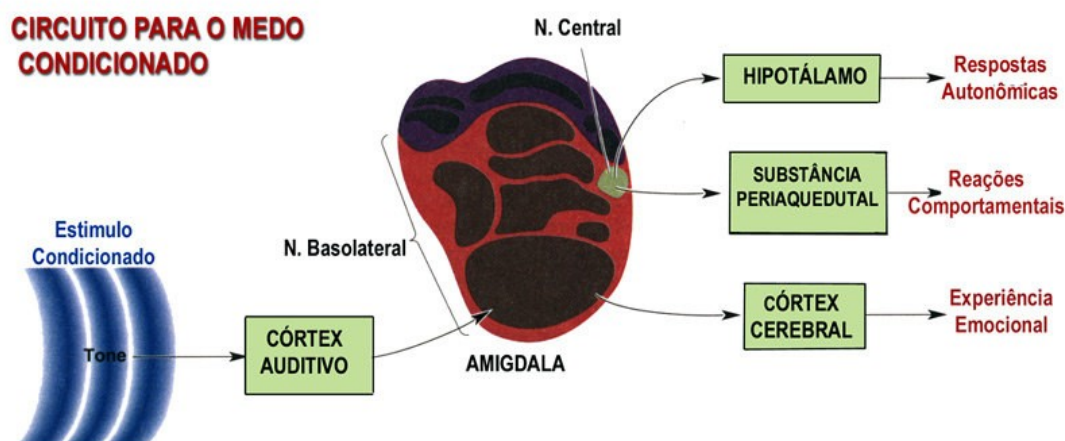


Ilustração 8 - Esquema do Circuito para o medo condicionado.  
Fonte: BRANDÃO, 2004

#### 4.3 SISTEMA LÍMBICO, SISTEMA NERVOSO AUTÔNOMO E PRAZER

*“Bebo a vida num trago, e nesse trago/ Todas as sensações que a vida dá /Em todas suas formas [...]” (Fernando Pessoa).*

Estudos executados pelos cientistas James Olds e Peter Milner, dentre outros, através da estimulação elétrica no encéfalo de ratos possibilitou o mapeamento das regiões cerebrais que promovem o prazer. Tais regiões situam-se entorno do feixe proencefálico medial, englobando regiões desde o tronco cerebral e mesencéfalo até os núcleos da base e regiões mediais do córtex cerebral. As regiões mencionadas acima, juntamente com o córtex cingulado anterior, o córtex pré-frontal (PFC), o núcleo acumbens e o hipotálamo constituem

o Sistema Mesolímbico, caracterizado como o “centro de prazer e recompensa” (ESPERIDIÃO - ANTONIO, 2008 et al; LENT, 2005).

O neurotransmissor Dopamina está envolvido na mediação dos efeitos de recompensa. Quando um estímulo apetitivo estimula a produção de Dopamina, esta é liberada no núcleo acumbens promovendo as respostas fisiológicas características do prazer, as quais possibilitam uma sensação de bem-estar. As drogas que causa dependência química atuam aumentando a eficácia da liberação de Dopamina no núcleo acumbens (ESPERIDIÃO - ANTONIO, 2008 et al; LENT, 2005).

A ativação do Sistema Mesolímbico acontecerá, principalmente, quando ocorrer o aumento do funcionamento do núcleo acumbens. Tal aumento é proveniente do aumento da injeção de Dopamina sobre os neurônios do núcleo acumbens. O aumento dos níveis de Dopamina injetados sobre o núcleo acumbens é derivado da chegada de informações do PFC, acerca do sucesso do objetivo do comportamento motivado, ou de algum acontecimento novo e surpreendente (HERCULANO-HOUZEL, 2005).

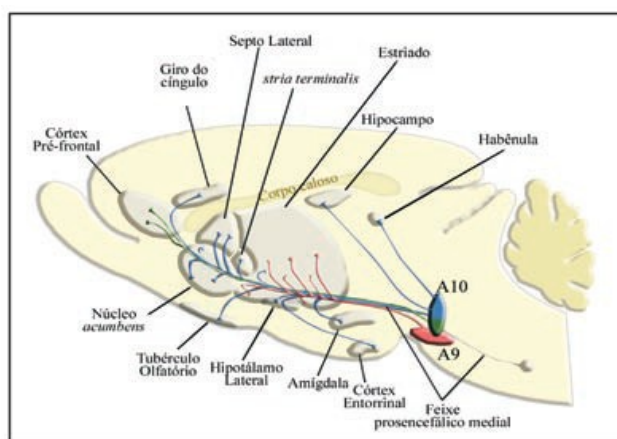


Ilustração 9 - Esquema das principais vias dopaminérgicas  
Fonte: BRANDÃO, 2004, p. 139.

#### 4.3.1 Prazer e drogas de abuso

Há diferentes formas de entrada de drogas no organismo. As diferentes vias de acesso determinarão a rapidez dos efeitos desencadeados pela droga (RETONDO; FARIA, 2008).

As drogas podem ser ingeridas por via oral, como o álcool, comprimidos, chá de cogumelos, dentre outros. A droga ingerida por via oral deve ser bastante resistente à ação das enzimas digestivas. Devido ao fato de passarem pelo trato digestivo a ação destas drogas é mais lenta, começando em uma média de 20 minutos após o consumo. As drogas que entram

em contato com as mucosas, como o LSD, que pode ser pingado no olho, apresentam uma absorção mais rápida e conseqüentemente seus efeitos aparecem mais rápido que as drogas ingeridas via oral (RETONDO; FARIA, 2008).

As drogas que são aspiradas como a cocaína, heroína e as que são fumadas como a maconha, o crack e o cigarro normal são absorvidas pelos vasos sanguíneos da cavidade nasal e dos alvéolos pulmonares, respectivamente, de maneira muito rápida, em uma média de 3 minutos. Já as drogas injetáveis como a heroína e a morfina são injetadas diretamente na corrente sanguínea sendo absorvidas e apresentando seus efeitos em questão de poucos segundos (RETONDO; FARIA, 2008).

Uma vez no organismo não é fácil uma droga atingir o SNC, é necessário que ela atravesse a Barreira Hematoencefálica. Para tanto a droga deve ser lipossolúvel ou se associar a alguma molécula que a transporte até o encéfalo. Na maioria das vezes as drogas atuam no SNC através da interação com receptores de neurotransmissores atuando como agonistas (desencadeando resposta biológica igual ao neurotransmissor) ou antagonistas (não promovendo a resposta biológica, por bloquear a ação do neurotransmissor) (RETONDO; FARIA, 2008).

A motivação biológica para o consumo de drogas é proveniente de um déficit no sistema de recompensa, que é justificado pela redução dos níveis de Dopamina no núcleo acumbens e nos neurônios pós-sinápticos da via mesolímbica. Uma vez o sistema de recompensa em baixa o organismo vai recorrer a ações e substâncias que recuperem o sistema de recompensa, e como a maior parte das drogas de abuso atuam como agonistas de neurotransmissores, principalmente a Dopamina, há o aumento da mesma recuperando um sistema de recompensa em baixa (HERCULANO-HOUZEL,2005; CLAUDIO-DA-SILVA; AMARAL, 1999).

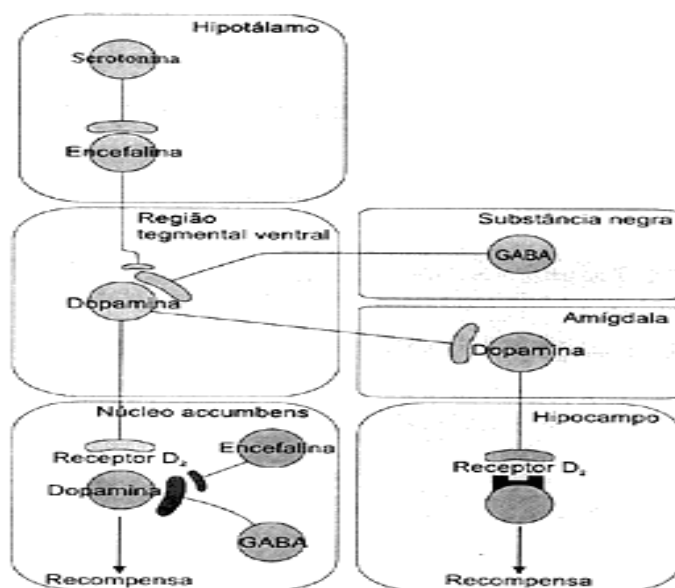


Ilustração 10- Esquema da cascata de recompensa.

Fonte: OLIVEIRA, [1999?]

No hipotálamo a atividade excitatória dos neurônios serotoninérgicos promove a liberação de um peptídeo (meta-encefalina) que atuará inibindo a atividade inibitória do GABA sobre os neurônios dopaminérgicos no núcleo accumbens. Com isso não há impedimento para a liberação de Dopamina sobre o núcleo accumbens promovendo a sensação de recompensa e bem-estar (CLAUDIO-DA-SILVA; AMARAL, 1999).

Como exemplo de drogas de abuso que seguem os mecanismos citados acima, pode-se mencionar as anfetaminas, como o ecstasy, que são os mais comuns psicoestimulantes. As anfetaminas atuam como agonistas indiretos de neurotransmissores como a Dopamina, a Serotonina e a Noradrenalina, aumentando, portanto, a liberação destes neurotransmissores, principalmente a Dopamina sobre o núcleo accumbens. Esse aumento da liberação é proveniente da ausência da despolarização do terminal nervoso (CLAUDIO-DA-SILVA; AMARAL, 1999).

Apesar do mecanismo de dependência ainda não estar bem esclarecido, sabe-se que a dependência química causada pelas drogas de abuso é consequência de uma redução natural da produção de Dopamina, o que impulsiona o consumo de droga cada vez mais intenso, a fim de estimular a liberação e suprindo a carência de Dopamina (CLAUDIO-DA-SILVA; AMARAL, 1999).

Como a droga de abuso é uma substância nociva ao organismo este tenta eliminá-la. No entanto, o consumo de drogas em longo prazo força o organismo a se adaptar a sua presença. Com a adaptação do organismo a droga há a tolerância aos efeitos da mesma, que

parecem que se reduzem a cada nova dose, exigindo doses crescentes a fim de obter o mesmo efeito (CLAUDIO-DA-SILVA; AMARAL, 1999).

A droga pode acabar modificando a comunicação química entre os neurônios, tornando o indivíduo mais sensível à droga, pelo fato desta causar a destruição de determinados órgãos e/ou tecidos, como pode ser visto com os alcoólatras, que conforme seus fígados são destruídos o álcool não é metabolizado devidamente, chegando praticamente inalterado ao cérebro. (RETONDO; FARIA, 2008)

Caracteriza-se síndrome de abstinência o conjunto de sintomas e sinais, geralmente opostos ao efeito de determinada droga, que provocam intenso desconforto ao indivíduo. Um dos principais sintomas de diversas drogas é a redução do interesse/ prazer a estímulos recompensadores (O'BRIEN; COVEY; apud PLANETA; CRUZ, 2005).

As crises de abstinência causadas pela privação da droga ao viciado são consequência da redução dos níveis de Dopamina, que estavam passando por natural redução, mas eram repostos pelo consumo da droga, deixando o viciado desesperado (RETONDO; FARIA, 2008).

#### 4.3.2 Prazer e sexo

O comportamento sexual consta de dois estágios. O primeiro é caracterizado por comportamentos motivados que promovem a aproximação dos indivíduos, os quais emitem sinais, deliberados ou não, a fim de atrair o potencial parceiro. Nesse momento as informações advindas da conquista começam a ser processadas pelo PFC (CARDOSO, c1997; LENT, 2005).

Uma vez que se obtenha sucesso com a conquista, os comportamentos motivados que eram apetitivos passam a consumatórios, que tendem a preparar o organismo para o ato sexual (CARDOSO, c1997; LENT, 2005).

Nesse período de preparação para o ato sexual há determinadas fases de desejo, no qual cresce a excitação entre os indivíduos, resultado da ativação do Sistema Mesolímbico com o início da injeção de dopamina no núcleo acumbens. A excitação é resultado de estímulos sensoriais provenientes, principalmente, da estimulação mecânica da genitália, que partem da medula espinhal (CARDOSO, c1997; LENT, 2005).

Na fase da excitação há a preparação do organismo para o ato sexual através do aumento da contração muscular, da frequência cardíaca, do fluxo sanguíneo para o pênis/clitóris, do tamanho do pênis/clitóris e da temperatura da pele. Há o umedecimento e

alargamento do canal vaginal e a vasocongestão de clitóris, pênis e mamilos (CARDOSO, c1997).

Em seguida há a fase de plateau, que é o momento pré-orgásmico. Há o aumento da frequência respiratória e ainda maior da contração muscular. Há a ereção completa, com o aumento do diâmetro do pênis, inchaço da glândula, exposição do clitóris com sua contração e da vagina. Há vasodilatação na face, peito e pescoço e a emissão de fluido pré-ejaculatório (CARDOSO, c1997).

Na fase orgásmica há a inundação do núcleo acumbens de dopamina promovendo uma sensação intensa e repentina de prazer. Há a ejaculação e contrações vaginais intensas e agradáveis e a aceleração da frequência cardíaca (CARDOSO, c1997; LENT, 2005).

Após a fase orgásmica há a fase de resolução, na qual há um declínio, principalmente nos homens, da excitação permanecendo baixa por um período chamado refratário. Já as mulheres não apresentam o período refratário, possibilitando múltiplos orgasmos mediante a estimulação continuada (CARDOSO, c1997; LENT, 2005).

O Hipotálamo será responsável por orquestrar os processos fisiológicos acima referidos. Receptores de hormônios esteróides, com destaque para o estradiol, presentes no Hipotálamo são ativados promovendo o disparo para os processos fisiológicos acima (CARDOSO, c1997; LENT, 2005).

## 5 CONCLUSÃO

O estímulo emocional advindo das diversas vias sensoriais será encaminhado às estruturas do córtex cerebral, das quais se destacam as estruturas do Sistema Límbico.

As estruturas do Sistema Límbico processarão as informações advindas deste estímulo emocional, avaliando-as e interpretando-as, com destaque para a Amígdala, que nas três emoções estudadas, raiva, medo e prazer, apresenta a funcionalidade de integrar as informações que estão sendo processadas e emitindo-as às determinadas estruturas que elaborarão a devida resposta.

Dentre as estruturas que Amígdala emite as informações, o Hipotálamo é de fundamental importância, uma vez que este promove os devidos ajustes fisiológicos através da ativação do Sistema Nervoso Autônomo, que no caso de medo e raiva promoverá as reações de luta e fuga, e nos de prazer, principalmente no advindo da relação sexual, promoverá as alterações passageiras nos órgãos que culminam na obtenção da sensação de saciação e bem estar.

Após este processo cabe ao Hipocampo, pertencente ao Sistema Límbico, mas com importantes funções nos mecanismos de armazenamento de memórias, a produção de memórias da experiência emocional vivida e das sensações experimentadas. Estas memórias serão resgatadas mediante a exposição ao objeto que desencadeou determinada emoção, ou por outras formas de lembrança.

É bem perceptível que o cerne deste trabalho sempre foi a descrição e análise dos mecanismos neurobiológicos das emoções. No entanto, nenhum ser humano é uma máquina precisa e igual, há inúmeras especificidades que tornam cada indivíduo diferente e único. O que foi descrito acerca das emoções segue um caráter genérico e básico, que deveria abranger todos os indivíduos, contudo, há sempre exceções.

O que parece ser o mais importante é a descoberta de que maravilhoso conjunto de mecanismos neurobiológicos não acontece de maneira isolada. Todos os eventos acontecem de maneira coordenada. E o principal é o fato de que o componente individual de cada ser humano vai acrescentar o distinto tom a cada emoção, promovendo uma incrível diversidade emocional.

É óbvio que se torna quase impossível não viver as três emoções citadas ao longo deste trabalho, na elaboração do mesmo. Ao se deparar com um tema tão complexo, há o medo. Ao perceber que o entendimento de determinados conceitos é difícil e o material

disponível é escasso, há a raiva. E ao perceber que todo o esforço não foi em vão, e que este trabalho apresenta alguma qualidade, há o prazer.

Retomando a idéia de emoção relacionada à paixão, e que as emoções abrangem componentes corporais, mas não precisam ser descritas em termos corporais há a percepção de uma contradição. O trabalho é iniciado com estas idéias, mas seu cerne reside, justamente, nas descrições corporais. No entanto, deve se tornar claro, que este trabalho poderia ter analisado tantas outras emoções, mas por que isso não ocorreu? Não ocorreu, pois a maioria da gama emocional humana é de difícil correlato fisiológico descrito na literatura científica, uma vez que a maioria das emoções não precisa ser descrita em termos fisiológicos elas falam por si só, devem ser sentidas e isto basta.

## REFERÊNCIAS

- BRANDÃO, Marcus Lira. **As bases biológicas do comportamento: introdução à neurociência**. São Paulo: Pedagógica e Universitária, 2004.
- BRANDÃO, Marcus Lira et al. Organização neural dos diferentes tipos de medo e suas implicações na ansiedade. **Revista brasileira de psiquiatria**, São Paulo, v. 25, supl. 2, p.36-41. dez. 2003.
- CARDOSO, Silvia Helena. **Fases da excitação**. c1997. Disponível em: <<http://www.cerebromente.org.br/n03/mente/normal.htm>> Acesso em: 07 out. 2010.
- DALGLEISH, Tim. The emotional brain. **Nature**, New York, USA. v. 5, p. 582-589, jul. 2004.
- DAMÁSIO, Antonio R. **O erro de Descartes: emoção razão e o cérebro humano**. São Paulo: Companhia das letras, 1996.
- \_\_\_\_\_. **O mistério da consciência: do corpo e das emoções ao conhecimento de si**. São Paulo: Companhia das Letras, 2000.
- ESPERIDIÃO-ANTONIO, Vanderson et al. Neurobiologia das emoções. **Revista de psiquiatria clínica**, São Paulo. v. 35, n. 2, p. 55-65. 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rpc/v35n2/a03v35n2.pdf>>. Acesso em: 07 out. 2010.
- GUYTON, Arthur C. **Fisiologia humana**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008.
- GUYTON, Arthur C.; HALL, John E. **Tratado de fisiologia médica**. 10. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002.
- HERCULANO-HOUZEL, Suzana. **O cérebro em transformação**. Rio de Janeiro: Objetiva, 2005. 221p.
- LENT, Roberto. **Cem bilhões de neurônios**. 2. ed. São Paulo: Atheneu, 2005.
- MICHAEL W. King. **Neurotransmissores: diversidades e funções**. c2000. Disponível em: <[http://www.cerebromente.org.br/n12/fundamentos/neurotransmissores/nerves\\_p.html](http://www.cerebromente.org.br/n12/fundamentos/neurotransmissores/nerves_p.html)> Acesso em: 07 out. 2010.
- MORA, J. Ferrater. **Dicionário de filosofia**. 2. ed. São Paulo: Edições Loyola, 2004. 786p.
- OLIVEIRA, Jorge Martins de. **Síndrome de deficiência da recompensa**. [1999?]. Disponível em: <<http://www.cerebromente.org.br/n08/doencas/drugs/sindrome.html#autor>>. Acesso em: 15 nov. 2010.
- PLANETA, Cleopatra S.; CRUZ, Fábio C. Bases Neurofisiológicas da dependência de tabaco. **Revista de psiquiatria clínica**, São Paulo, v. 32, n. 5, p. 251-58. set./out. 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rpc/v32n5/27699.pdf>>. Acesso em: 07 out. 2010.

RETONDO, Carolina Godinho; FARIA Pedro. **Química das sensações**. Campinas, SP: Átomo, 2008. 267p.

SABBATINI, Renato M.E. **The history of psychosurgery**. 14 jun. 1997. Disponível em: <[http://www.cerebromente.org.br/n02/historia/psicocirg\\_i.htm](http://www.cerebromente.org.br/n02/historia/psicocirg_i.htm)>. Acesso em: 30 set. 2010.

SANDER D; et al. Emotion and attention interactions in social cognition: brain regions involved in processing anger prosody. **Neuroimage**, Holanda, v. 28, n.4, p. 848-58. dec. 2005. Disponível em: [http://www.sciencedirect.com.ez68.periodicos.capes.gov.br/science?\\_ob=MImg&\\_imagekey=B6WNP-4GSBGT3-1-1&\\_cdi=6968&\\_user=923856&\\_pii=S1053811905004209&\\_origin=browse&\\_zone=rslt\\_list\\_item&\\_coverDate=12%2F31%2F2005&\\_sk=999719995&wchp=dGLbVtz-zSkzk&md5=83ad296327ca6322168cc76ca00be2a6&ie=/sdarticle.pdf](http://www.sciencedirect.com.ez68.periodicos.capes.gov.br/science?_ob=MImg&_imagekey=B6WNP-4GSBGT3-1-1&_cdi=6968&_user=923856&_pii=S1053811905004209&_origin=browse&_zone=rslt_list_item&_coverDate=12%2F31%2F2005&_sk=999719995&wchp=dGLbVtz-zSkzk&md5=83ad296327ca6322168cc76ca00be2a6&ie=/sdarticle.pdf)>. Acesso em: 02 set. 2010.

CLAUDIO-DA-SILVA, Tereza Sollero; AMARAL, Julio Rocha do. Abuso de drogas. **Revista cérebro e mente**. v. 3, n. 8, jan./mar. 1999. Disponível em: <<http://www.cerebromente.org.br/n08/doencas/drugs/abuse.htm>>. Acesso em: 07 out. 2010.

SPENCE, Alexander P. **Anatomia humana básica**. 2. ed. São Paulo: Manole, 1991.

TORTORA, Gerard J; GRABOWISKI, Sandra Reynolds. **Princípios de anatomia e fisiologia**. 9. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002.

\_\_\_\_\_. **Princípios de Anatomia e fisiologia**. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006.

VOLCHAN, Eliane et al. Estímulos emocionais: processamento sensorial e respostas motoras. **Revista brasileira de psiquiatria**, São Paulo. v. 25, supl. 2, p. 29-32. dez. 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbp/v25s2/a07v25s2.pdf>>. Acesso em: 07 out. 2010.