



CIRCUITO NEURAL DO MEDO

FEAR NEURAL CIRCUIT

Flávio Sanches¹

Fabiano de Abreu Agrela Rodrigues²

RESUMO

Esforços têm sido feitos no sentido de identificar os circuitos neurais recrutados na organização das reações defensivas a estas condições aversivas. Evidências associam os sistemas cerebrais de defesa ao conceito de medo-stress-ansiedade. A amígdala e o hipotálamo medial podem funcionar como uma espécie de interface comutando os estímulos para os substratos neurais apropriados para elaboração das respostas defensivas condicionadas ou incondicionadas.

Palavras-Chave: Medo. Circuitos neurais. Neurociência.

ABSTRACT

Efforts have been made to identify the neural circuits recruited in the organization of defensive reactions to these aversive conditions. Evidence associates the brain's defense systems with the concept of fear-stress-anxiety. The amygdala and medial hypothalamus can function as a kind of interface switching stimuli to

¹ Especialista em Alta Performance Emocional Empresarial. Formado em Administração de Empresas e pós-graduado em psicologia, master practitioner em programação neurolinguística. Hipnólogo, terapeuta, treinador e analista comportamental e master training. Flávio tem mais de 400 mentorados, entre eles: empresários, médicos, advogados e terapeutas, que são acompanhados de perto pelo profissional que por também ser especialista em business, auxilia na tomada de [decisões.flavio.esab@gmail.com](mailto:decisoes.flavio.esab@gmail.com)

² Ph.D.,neurocientista, mestre em psicanálise, biólogo, historiador, antropólogo, com formações também em neuropsicologia, neurolinguística, inteligência artificial, neurociência aplicada à aprendizagem, filosofia, jornalismo, programação em python e formação profissional em nutrição clínica -Diretor do Centro de Pesquisas e Análises Heráclito; Chefe do Departamento de Ciências e Tecnologia da Logos University International, Professor e investigador na Universidad Santander de México; Membro da SFN -Society for Neuroscience, Membro ativo Redilat. deabreu.fabiano@gmail.com



appropriate neural substrates for the elaboration of conditioned or unconditioned defensive responses.

Keywords: Fear. Neural Circuits. Neuroscience.

INTRODUÇÃO

O medo é uma resposta natural do organismo a situações que são interpretadas como uma ameaça pelo cérebro. O alerta acontece na amígdala, região cerebral que controla as emoções. No entanto, pesquisas identificaram moléculas que carregam as imagens, os sons e os odores considerados ameaçadores até ela. A descoberta indica que podem se desenvolver novos tratamentos para problemas de saúde relacionados ao medo, como transtorno de estresse pós-traumático (TEPT).

O medo é uma reação universal, uma daquelas que está presente na espécie independente de cultura, gênero, etnia ou posição geográfica na Terra. Ele não é inerentemente bom ou ruim, ele é útil e, sem dúvidas, foi um dos nossos principais meios de sobrevivência nos últimos 2,3 milhões de anos de evolução.

Muitos medos podem nos afetar e mudar nossos estados mentais – medo de atravessar uma rua movimentada de carros, medo de um animal selvagem, medo de uma pessoa violenta e descontrolada.

O medo é uma reação de autoproteção e preservação, então lutar e fugir quando confrontado com alguma situação que nos coloca em perigo são reações esperadas e devem ser isentas de julgamento, elas não são simplesmente adequada ou inadequada, tudo vai depender da situação específica e das circunstâncias.

O medo explicado através do mecanismo de funcionamento neurológico é basicamente assim: ao enfrentar uma situação que amedronta, o hipotálamo é ativado, e por sua vez ativa a glândula pituitária – que desencadeia a liberação de adrenalina, noradrenalina e cortisol. Esses hormônios são responsáveis pelas nossas ações instintivas voltadas para a autopreservação além de nos protegermos de ameaças, uma situação interessante que acontece em



contrapartida a liberação dos hormônios citados acima, é que os índices de serotonina e endorfina diminuem, e os batimentos cardíacos aumentam, assim como o fluxo sanguíneo para os membros. todo esse processo possibilita as duas ações comuns quando estamos diante do medo: fuga ou ataque. (1)

A revista científica Cell Reports (2) publicou o resultado alcançado por pesquisadores do Instituto Salk, um centro de pesquisas biológicas localizado na Califórnia, nos Estados Unidos. Os pesquisadores descobriram uma via cerebral que funciona como um sistema de alarme central. "Os neurônios CGRP são ativados por sinais sensoriais negativos de todos os cinco sentidos - visão, audição, paladar, olfato e tato. A identificação de novos caminhos de ameaça fornece novas informações para o tratamento de distúrbios relacionados ao medo", escreveu o autor sênior do estudo Sung Han, professor nos Laboratórios da Fundação Clayton de Salk para Biologia de Peptídeos.

Pesquisas na área da neurociência vêm tratando de entendimentos sobre mecanismos sinápticos envolvidos com a manifestação de medo. Os resultados mostram sintomas relacionados a doenças mentais que envolvem estes mecanismos, como estresse pós-traumático, depressão, síndrome do pânico e ansiedade.

Estudos também mostram o medo, em seu estado mais bruto, é um sentimento que se assenta em circuitos tão antigos quanto os dos primeiros répteis da Terra. Artigos publicados em revistas internacionais (3), pesquisadores do Laboratório de Psicobiologia da Universidade de São Paulo (USP) de Ribeirão Preto levantaram evidências de que três estruturas cerebrais desempenham tarefas fundamentais em situações de risco, antes mesmo de ser acionada a amígdala cerebral, e cada uma delas, participa de forma distinta na geração e elaboração de tipos diferentes de medo.

Essas estruturas estão situadas no mesencéfalo, que faz parte do tronco encefálico, ligação entre a medula espinhal e uma região denominada diencefalo.

O núcleo mediano da rafe reconhece temporal e espacialmente um ambiente associado a um trauma e o decodifica como um estímulo aversivo capaz de provocar o medo. Os colículos inferiores entram em ação num tipo



mais particular de medo. O núcleo central distingue um som normal de outro considerado ameaçador. O estímulo auditivo considerado normal vai para o lobo temporal e região do neocórtex, a parte mais racional – e nova, do ponto de vista evolutivo – do cérebro.

O som ameaçador escala no tálamo auditivo, para a amígdala cerebral, que desencadeia as típicas reações de medo: paralisia de movimentos, dilatação das pupilas, aumento do batimento cardíaco, arrepio, entre outras.

As emoções são o domínio preferencial da segunda parte do cérebro e abriga o sistema límbico, composto por uma série de estruturas responsáveis pelo substrato neuronal dos sentimentos. Tem-se ainda a serotonina, um importante neurotransmissor, cuja ação tem efeitos no padrão de sono, humor, comportamento sexuais.

BLANCHARD (4) constatou em suas pesquisas que a exposição ao predador é uma experiência de risco de vida e provoca uma riqueza de respostas de medo inatas, como fuga, congelamento e avaliação de risco, bem como respostas de medo aprendidas ao contexto em que o predador foi encontrado. A pesquisa investigou os locais subcorticais que mediam tais respostas (isto é, os locais amigdalares, hipotalâmicos e do tronco cerebral), mas praticamente nada se sabe sobre o processamento cortical da ameaça predatória.

NEUROTRANSMISSORES

O constrangimento ou o medo é uma reação em cadeia no cérebro que tem início com um estímulo de estresse e termina com a liberação de compostos químicos que causam aumento da frequência cardíaca, aceleração na respiração e energização dos músculos. A resposta é quase inteiramente autônoma: não a disparamos conscientemente.

Determinadas partes do cérebro desempenham papéis centrais nesse processo:

- Tálamo - decide para onde enviar os dados sensoriais recebidos (dos olhos, dos ouvidos, da boca e da pele).



- Hipocampo - armazena e busca memórias conscientes, além de processar conjuntos de estímulos para estabelecer um contexto.
- Córtex sensorial - interpreta os dados sensoriais.
- Amígdala - decodifica emoções, determina possíveis ameaças como modulador para armazenar memórias do medo.
- Hipotálamo - ativa a reação de "luta ou fuga"

SISTEMA LÍMBICO

Em 1937, James Papez, neuroanatomista da Cornell University, sugeriu que um complexo conjunto de conexões específicas entre estruturas do lobo límbico constituía um circuito anatômico para as emoções, muito semelhante aos circuitos neurais para as funções sensitivas e motoras. O córtex associativo límbico (limitador do sistema límbico) recebe informação principalmente das áreas sensitivas de terceira ordem e das outras áreas corticais associativas. A informação recebida pela amígdala e pelo hipocampo não é a mesma. A modalidade de informação sensitiva projetando-se à amígdala é preservada. Isto permite à amígdala preparar o corpo para respostas rápidas, ligando estímulos particulares, como por exemplo, ver um objeto, com emoções particulares.

A amígdala é uma estrutura chave nas experiências emocionais dos seres humanos. As quais estímulos respondem, como são organizadas suas respostas externas a estes estímulos, como também as respostas internas dos órgãos do organismo, são dependentes dessa estrutura subcortical

Para GOLEMAN (5) as explosões emocionais são sequestros neurais. A amígdala, um centro no sistema límbico, detecta uma emergência e recruta o resto do cérebro para o seu plano de emergência. E o nosso cérebro pensante, o neocórtex, ainda não percebeu o que está acontecendo. "Cada emoção leva consigo uma disposição distinta para a ação rumo à direção que deu certo no lidar com os recorrentes desafios da vida humana, ficando gravadas em nosso sistema nervoso como tendências inatas e automáticas do coração humano.



CIRCUITO DE PAPEZ

O sistema límbico responde pelos comportamentos instintivos, pelas emoções profundamente arraigadas e pelos impulsos básicos, como sexo, ira, prazer e sobrevivência. Forma um elo entre os centros de consciência superiores no córtex cerebral e o tronco encefálico, que regula os sistemas corporais. A sua descoberta começou através do anatomista James Papez (6), que tentava localizar no sistema nervoso as bases ligadas a emoção. Papez percebeu que as regiões eram conectadas, formando um circuito, conhecido hoje, como “Circuito de Papez”.

Em 1937 James Papez ia concretizar o circuito de Papez como o condutor das emoções, e não os centros cerebrais. De acordo com ele, há quatro estruturas conectadas: hipotálamo; núcleo anterior do tálamo; giro cingulado; e hipocampo. O circuito seria o atuante ativo no mecanismo das funções emotivas e expressões periféricas. Assim, o trabalho foi abraçado por Paul MacLean e acrescentou o nome de “sistema límbico” e adicionou novas estruturas: as córtices orbitofrontal e médiofrontal; na área pré-frontal, giro parahipocampal; e os agrupamentos subcorticais. Nos agrupamentos estão inclusos: amígdala; área septal; núcleo mediano do tálamo; núcleos basais do prosencéfalo; e formações do tronco.

Papez defendia que o córtex cingulado determinava antes das outras áreas a experiência da emoção. Assim, o giro cingulado se encaminha ao hipocampo e este, por sua vez, ao hipotálamo, através de um feixe chamado fórnix. Nisso, os impulsos hipotalâmicos chegam ao córtex pelo relé no núcleo talâmico anterior.

Os circuitos relacionados às emoções localizam-se em várias regiões no encéfalo, possuindo inúmeras conexões com o córtex, área (substância) subcortical, núcleos basais e as estruturas infratentoriais, pertencentes ao tronco encefálico e cerebelo.

MEDO



A principal função do medo e da ansiedade é agir como um sinal de perigo, ameaça ou conflito motivacional e desencadear respostas adaptativas apropriadas. Para alguns autores, medo e ansiedade são indistinguíveis, enquanto outros acreditam que sejam fenômenos distintos.

Os etólogos definem o medo como um estado motivacional desencadeado por estímulos específicos que dão origem a um comportamento defensivo ou de fuga.

Bear (7) escreveu que as relações entre a amígdala e o hipotálamo estão intimamente ligadas às sensações de medo. “A amígdala é responsável pela detecção, geração e manutenção das emoções relacionadas ao medo, bem como pelo reconhecimento de expressões faciais de medo e coordenação de respostas apropriadas à ameaça e ao perigo. A lesão da amígdala em humanos produz redução da emotividade e da capacidade de reconhecer o medo. Por outro lado, a estimulação da amígdala pode levar a um estado de vigilância ou atenção aumentada, ansiedade e medo”.

WILLIAMS (8) descreveu que a amígdala é uma estrutura que exerce ligação essencial entre as áreas do córtex cerebral, recebendo informações de todos os sistemas sensoriais. Estas, por sua vez, projetam-se de forma específica aos núcleos amigdalianos, permitindo a integração da informação proveniente das diversas áreas cerebrais, através de conexões excitatórias e inibitórias a partir de vias corticais e subcorticais. Os núcleos basolaterais são as principais portas de entrada da amígdala, recebendo informações sensoriais e auditivas; já a via amigdalofugal ventral e a estria terminal estabelecem conexão com o hipotálamo, permitindo o desencadeamento do medo. Para LEDOUX (9), a estria terminal está relacionada à liberação dos hormônios de estresse das glândulas hipófise e supra-renal durante o condicionamento...

Para o aprendizado do condicionamento do medo, as vias que transmitem a informação do estímulo convergem no núcleo lateral da amígdala, de onde parte a informação para o núcleo central. Este, por sua vez, estabelece conexão com o hipotálamo e substância cinzenta periaquedutal no tronco cefálico, evocando, por fim, respostas motoras somática, destacava BERRIDGE (10).



LEDOUX propôs que não devêssemos apenas redefinir o medo, mas também mudar a maneira como investigamos experimentalmente essa emoção. No cerne desse debate está a visão de que as emoções são estados conscientes e subjetivos. Por exemplo, “sentimentos” relacionados ao medo, como horror ou terror, são concepções cognitivamente montadas da situação de alguém, em vez de estados mentais inatos e pré-formados herdados de animais. Ele argumenta que tais estados complexos do cérebro humano não podem ser estudados em animais.

Os circuitos relacionados às emoções localizam-se em várias regiões no encéfalo, possuindo inúmeras conexões com o córtex, área (substância) subcortical, núcleos basais e as estruturas infratentoriais, pertencentes ao tronco encefálico e cerebelo. O fato de que a ansiedade e o medo provavelmente são estados emocionais distintos não exclui alguma sobreposição nos mecanismos subjacentes do cérebro e do comportamento. Na verdade, a ansiedade pode ser apenas uma forma mais elaborada de medo, que proporciona ao indivíduo uma maior capacidade de adaptação e planejamento para o futuro (11).

MEDO E A NEUROCIÊNCIA

Para Ralph Adolphs (12), “o medo só pode ser definido com base na observação do comportamento em um ambiente natural, não na neurociência”. Já Michael Fanselow, destaca que o medo é um sistema de comportamento neural que evoluiu para proteger os animais contra ameaças ambientais. “O suporte neurocientífico para esta definição é que muitos sinais de ameaça externa, como pistas sinalizando possível dor, a presença de predadores naturais e odores de coespecíficos que sofreram recentemente ameaças externas, todos ativam circuitos sobrepostos e induzem um conjunto comum de comportamentos (por exemplo, o congelamento e analgesia em roedores)”.

Na definição de Kerry Ressler, o medo é a combinação de respostas defensivas – fisiológicas, comportamentais e (talvez no caso dos humanos) a



experiência consciente e as interpretações dessas respostas – que são estimuladas por estímulos específicos. “Clinicamente, o medo pode ser pensado como um reflexo da resposta a uma sugestão específica (por exemplo, o medo de cobras), enquanto a ansiedade é um fenômeno mais duradouro que pode não ser específico para sugestões evidentes”.

De acordo com Lisa Feldman Barrett, o medo se baseia em uma suposição infundada de que o cérebro é melhor compreendido como coleções de neurônios, agrupados em sistemas anatomicamente separados (circuitos neurais) para percepções, eventos mentais, sentimentos e vários tipos de ação (por exemplo, congelar, correr, etc.), que passam informações de um para o outro como um bastão em uma corrida de revezamento. “Minha abordagem de pesquisa é guiada pelo pressuposto alternativo de que o cérebro deve ser entendido como um sistema dinâmico complexo composto de elementos:

circuitos ou sub-redes feitos de neurônios e células gliais de suporte”. A pesquisadora destaca que esses elementos não funcionam independentemente uns dos outros, porque seu arranjo e organização mudam dinamicamente.

Mesmo os neurônios que o constituem mudam dinamicamente. “O cérebro, como um sistema dinâmico, atravessa continuamente uma sucessão de eventos, referidos como seu espaço de estado, que é especificado como valores para um conjunto de características que descrevem o estado atual do sistema”. Para Fabiano de Abreu Agrela, somos movidos pelos instintos de priori e posteriori, sendo o primeiro o de sobrevivência e o segundo de reprodução para a sobrevivência da espécie. Assim como qualquer outro organismo, portanto, nosso organismo trabalha de forma semântica e com variáveis

No caso da ansiedade, o mecanismo não é tão diferente do medo, mas com circunstâncias diferentes, medidas pelas memórias instintivas, genéticas e as relacionadas com a experiências de vida. O medo, assim como a ansiedade, depende desses fatores para a promoção do tipo de resposta assim como a sua intensidade e tipo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS



Os processos emocionais e cognitivos não podem ser dissociados, mesmo quando se considera uma emoção tão básica como o medo e os circuitos neurais que estão envolvidos no medo. Os etólogos definem o medo como um estado motivacional desencadeado por estímulos específicos que dão origem a um comportamento defensivo ou de fuga. Existem disparidades sobre como investigar e definir o medo, bem como, pontos de vista que unifiquem definições claras de medo para se buscar novos ensaios comportamentais que possam diferenciar melhor os circuitos do medo envolvidos na percepção, no sentimento e na ação.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1- MODESTO, D. Você tem medo de quê? < <http://draritz.com/voce-tem-medode-que/> > Acesso em: 25/05/2018.
- 2 - <https://www.cell.com/cell-reports/home>
- 3 - como Brain Research, Behavioural Brain Research, Neuroscience and Biobehavioral Reviews,



- 4 – Blanchard, RJ. Abordagens etoexperimentais para o estudo do comportamento. Editoras Acadêmicas, 1989, pág. 114 e 136
- 5 - GOLEMAN, D.O Circuito Neural do Medo. “Inteligência Emocional” (p. 311/313). Objetiva, RJ, 2.007.
- 6 - PAPEZ JW. 1937. A proposed mechanism of emotion. 1937. J Neuropsychiatry Clin Neurosci. 1995 Winter;7(1):103-12.
- 7 - BEAR MF. Neurociências: desvendando o sistema nervoso. 3ª. ed. Porto Alegre: Artmed, 2008, 857p.
- 8 -.Williams LM. O modo de conectividade funcional nas vias da amígdala dissocia o nível de consciência de sinais de medo.J Neurosci, Baltimore, 2006;26:9264-71.
- 9 -LeDoux JE. O cérebro emocional, o medo e a amígdala. Neurobiologia Celular e Molecular , New York, 2003;23:727-38.
- 10 - 25.Berridge KC. Motivation concepts in behavioral neuroscience. Physiology and Behavior, Elmsford, 2004;81:179-209.
- 11 - Barlow DH. Desvendando os mistérios da ansiedade e seus transtornos sob a perspectiva da teoria das emoções. 2000;55:1247–1263. 12 - <https://www.scientificamerican.com/article/on-the-nature-of-fear/>