



Quando os nervos gritam: Uma abordagem neurobiológica da dor

Carlos Henrique Barbosa Rozeira¹, Marcos Fernandes da Silva², Gilson Borges de Souza³, Ursula Amanda Sa da Cunha⁴, Gabriela Pereira Fulgoni⁵, Raphael Silva Duarte⁶, Caroline Verdan Jacintho de Carvalho⁷, Tatiana Gomes da Silva Ribeiro⁸, Stéphanie Zampier Camacho⁹, Débora Vilas Calheiros Marques¹⁰, Suellen Azeredo de Almeida¹¹, Francislene dos Santos Casemiro¹², Laura Boechat Sales Teixeira¹³.

ARTIGO ORIGINAL

RESUMO

A dor, um fenômeno complexo que transcende a percepção física, emerge como um sinal de alerta do sistema nervoso, desempenhando um papel importante na sobrevivência e proteção do organismo. Nesse contexto, objetiva-se o presente artigo aprofundar a compreensão da natureza múltipla da dor, abarcando seus aspectos sensoriais e emocionais. A exploração dos mecanismos neurobiológicos e a diferenciação entre dor aguda e crônica ressaltam a imperiosidade de uma abordagem biopsicossocial para enfrentar as dores crônicas. Além disso, busca-se investigar a intrincada inter-relação entre dor física e emocional, à luz de descobertas recentes na neurociência. Adicionalmente, examinam-se casos raros de insensibilidade à dor decorrentes de mutações genéticas. Este estudo visa uma compreensão holística da dor, integrando perspectivas clínicas, neurobiológicas e genéticas para aprimorar estratégias terapêuticas. A compreensão dos mecanismos neurobiológicos da dor é crucial para aprimorar o bem-estar de indivíduos que enfrentam desconfortos persistentes. Esta pesquisa, de caráter básico e teórico, adota uma abordagem exploratória qualitativa. A revisão bibliográfica foi conduzida em plataformas acadêmicas e científicas, empregando termos específicos como "dor", "neurobiologia" e "sistema nervoso" para identificar estudos pertinentes. Ao longo da investigação, emergiu a constatação de que estudos recentes indicam a ausência de diferenciação, no cérebro humano, entre a dor física e emocional, evidenciando a intrínseca interconexão entre aspectos psicológicos e fisiológicos da dor. A compreensão dos circuitos neuroquímicos e elétricos subjacentes à transmissão da dor torna-se crucial para o desenvolvimento de estratégias de tratamento mais eficazes e personalizadas.

Palavras-chave: Dor, Nociceptores, Neurofisiologia da dor, Mecanismos neurobiológicos, Via da dor, Neurotransmissores.

When Nerves Scream: A Neurobiological Approach to Pain

ABSTRACT

Pain, a complex phenomenon that transcends physical perception, emerges as a warning signal from the nervous system, playing a crucial role in the survival and protection of the organism. In this context, the objective of this article is to deepen the understanding of the multiple nature of pain, encompassing its sensory and emotional aspects. The exploration of neurobiological mechanisms and the differentiation between acute and chronic pain underscore the imperative need for a biopsychosocial approach to address chronic pains. Additionally, there is a quest to investigate the intricate interrelation between physical and emotional pain, in light of recent discoveries in neuroscience. Furthermore, rare cases of insensitivity to pain due to genetic mutations are examined. This study aims for a holistic comprehension of pain, integrating clinical, neurobiological, and genetic perspectives to enhance therapeutic strategies. Understanding the neurobiological mechanisms of pain is crucial to improve the well-being of individuals facing persistent discomforts. This research, of a basic and theoretical nature, adopts a qualitative exploratory approach. The literature review was conducted on academic and scientific platforms, employing specific terms such as "pain," "neurobiology," and "nervous system" to identify relevant studies. Throughout the investigation, the finding emerged that recent studies indicate a lack of differentiation in the human brain between physical and emotional pain, highlighting the intrinsic interconnection between psychological and physiological aspects of pain. Understanding the neurochemical and electrical circuits underlying pain transmission becomes crucial for the development of more effective and personalized treatment strategies.

Keywords: Pain, Nociceptors, Neurophysiology of pain, Neurobiological mechanisms, Pain pathway, Neurotransmitters.

Instituição afiliada – ¹Psicólogo, Mestrando em Ensino pela Universidade Federal Fluminense (UFF); ²Enfermeiro, Acadêmico de Medicina pela Faculdade Metropolitana São Carlos (FAMESC); ³Médico, graduado pela Universidade Iguazu - Campus V (UNIG), pós graduado em Neurologia Clínica pela IPEMED/RJ, Pós graduado em Neurociências pela UNIG - Itaperuna/RJ; ⁴ Cirurgiã-Dentista, Acadêmico de Medicina pela Faculdade Metropolitana São Carlos (FAMESC); ⁵Enfermeira, Acadêmico de Medicina pela Faculdade Metropolitana São Carlos (FAMESC); ⁶Engenheiro, Acadêmico de Medicina pela Faculdade Metropolitana São Carlos (FAMESC); ⁷Nutricionista, Acadêmica de Medicina pela Faculdade Metropolitana São Carlos (FAMESC); ⁸Fisioterapeuta, Acadêmica de Medicina pela Faculdade Metropolitana São Carlos (FAMESC); ⁹Farmacêutica Esteta, Acadêmica de Medicina pela Faculdade Metropolitana São Carlos (FAMESC); ¹⁰Advogada, Pós graduada em Direito Previdenciário (Damásio de Jesus); Acadêmica de Medicina pela Faculdade Metropolitana São Carlos (FAMESC); ¹¹Enfermeira, Pós graduada em Enfermagem Dermatológica e Podiatria Clínica (UERJ); ¹²Graduada em enfermagem pela Universidade Veiga de Almeida e Graduada em nutrição pela Universidade Norte do Paraná; ¹³ Pós Graduada em Fisioterapia em Terapia Intensiva, Acadêmica de Medicina pela Faculdade Metropolitana São Carlos (FAMESC).

Dados da publicação: Artigo recebido em 20 de Janeiro e publicado em 10 de Março de 2024.

DOI: <https://doi.org/10.36557/2674-8169.2024v6n3p844-864>

Autor correspondente: Carlos Henrique Barbosa Rozeira, ariezor@hotmail.com

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).



INTRODUÇÃO

A dor, essa intrínseca sensação que percorre o corpo humano, é um fenômeno que transcende as fronteiras da mera percepção física. Diferentemente da concepção comum, a ciência nos revela que sentir dor não é algo simplesmente "normal"; ao contrário, é um sinal de alerta do sistema nervoso, um elaborado mecanismo de defesa que nos orienta e protege.

Já experimentou sofrer de amor? Sentiu uma compressão intensa no peito, uma sensação dolorosa semelhante a um soco? Percebeu que a dor emocional pode ser tão impactante quanto a dor física? De acordo com pesquisas recentes de neuroimagem, o cérebro humano não diferencia entre a dor física e a dor emocional (Marques, 2020).

Estudos indicam que sentimentos como angústia, aperto no peito e dor no estômago são genuínos, embora tenham uma origem psicológica. Entretanto, afirmar que a dor tem raízes psicológicas não implica em negar sua existência. Essas descobertas também esclarecem questões relacionadas à somatização, dores musculares decorrentes da depressão e até mesmo à fibromialgia (Maya, 2015).

Na complexidade da vida, a natureza, como uma mestra astuta, nos brindou com a dor como um sinal de sobrevivência. Quando a dor atinge a pele, o instinto humano se mobiliza, buscando ativamente eliminar a fonte do desconforto. Em casos de uma persistente dor de cabeça, por exemplo, alguns indivíduos não se contentam apenas com analgésicos; eles investigam, visando descobrir as raízes do incômodo. Em contrapartida, há aqueles que recorrem ao consumo excessivo de medicamentos, iludindo-se com uma solução temporária que apenas abafa o alerta da dor, sem abordar a causa subjacente. Essa abordagem superficial não erradica a origem do desconforto, apenas silencia momentaneamente o sinal de alerta, interrompendo a ação do nervo responsável pela transmissão da mensagem entre a origem e o cérebro.

Estudos indicam que aproximadamente 80% da população global procura serviços médicos devido a queixas relacionadas à dor. No cenário brasileiro, cerca de 76,2% enfrenta dores crônicas recorrentes ou com duração mínima de seis meses (Carvalho et al., 2018). Dada a elevada incidência em grupos específicos de pacientes e os impactos associados, a dor é reconhecida como um desafio significativo para profissionais de saúde e neurocientistas, tornando-se uma questão de saúde pública. A

complexidade das causas da dor requer uma avaliação cuidadosa em diferentes grupos, visando compreender sua prevalência e origens em variados contextos patológicos (Darnall, 2019).

É importante observar que no núcleo do entendimento da dor está o complexo sistema nervoso, uma rede interligada de neurônios e receptores sensoriais que traduzem estímulos em sensações. Quando um estímulo nocivo é detectado, o corpo responde desencadeando uma cascata de reações neuroquímicas e elétricas. Entender a dor, portanto, é mergulhar nos intrincados circuitos do sistema nervoso, onde impulsos elétricos e mensageiros químicos tecem a narrativa da nossa experiência dolorosa.

A pesquisa aborda diversos objetivos relacionados à compreensão abrangente da experiência da dor. Inicialmente, explora a natureza da dor, destacando sua dualidade sensorial e emocional, e examina a influência de fatores psicológicos na percepção, como emoções e atenção. Em seguida, investiga os mecanismos neurobiológicos da dor, analisando a via da dor e os eventos no sistema nervoso central que contribuem para sua percepção consciente. A pesquisa diferencia entre dor aguda e crônica, destacando as características distintas e abordagens terapêuticas necessárias. Além disso, enfatiza a importância de uma abordagem biopsicossocial na compreensão das dores crônicas, considerando aspectos filosóficos e sociais. Explora a interconexão entre dor física e emocional, destacando descobertas recentes sobre como o cérebro processa ambas as formas de dor. Finalmente, a pesquisa investiga casos raros de insensibilidade à dor devido a mutações genéticas, proporcionando insights sobre os aspectos genéticos da experiência da dor. Essa abordagem abrangente busca aprofundar o entendimento da dor, abordando aspectos clínicos, neurobiológicos, genéticos e psicossociais para contribuir para estratégias terapêuticas mais eficazes.

Compreender o funcionamento da dor em nosso organismo é essencial não apenas para aprofundar nosso conhecimento sobre saúde e doença, mas também para desenvolver abordagens de tratamento mais aprimoradas e personalizadas. Em vez de simplesmente aliviar a dor, podemos explorar maneiras de auxiliar cada indivíduo de forma mais significativa e adaptada às suas necessidades.

Dado o número significativo de pessoas globalmente lidando com a dor, a investigação desses intrincados aspectos de nosso corpo não apenas enriquece o

entendimento científico, mas também nos inspira a conceber novas estratégias para melhorar o bem-estar daqueles que enfrentam desconfortos.

Ao desvendar os mistérios da dor, este estudo não apenas contribui para nosso aprendizado, mas também aponta para um promissor caminho no tratamento mais eficaz, adaptado às particularidades de cada indivíduo que enfrenta dores persistentes.

METODOLOGIA

Em consonância com a proposta delineada por Paiva (2019) e considerando a natureza específica do tema abordado, classificamos este estudo como de natureza básica e teórica. Nosso objetivo é ampliar o entendimento científico sobre os mecanismos neurobiológicos que fundamentam a experiência da dor.

Adotamos uma abordagem exploratória de cunho qualitativo, fundamentada na análise e síntese de informações provenientes da literatura científica especializada na temática da dor. À semelhança de Mancini e Sampaio (2007), reconhecemos que as revisões de literatura proporcionam uma análise cuidadosa e a síntese de conhecimentos existentes, fornecendo conclusões substantivas sobre o assunto em questão.

A busca por informações foi conduzida meticulosamente em plataformas eletrônicas acadêmicas e científicas, bem como em portais digitais especializados em saúde, garantindo a obtenção de referências confiáveis provenientes do meio científico. Essa abordagem proporcionou uma análise criteriosa e fundamentada, assegurando a precisão e veracidade dos dados.

Na execução da pesquisa bibliográfica, empregamos termos específicos na busca, delineando parâmetros que orientaram a seleção criteriosa de estudos e a compreensão abrangente do panorama existente sobre os mecanismos neurobiológicos da dor. O Google Scholar foi utilizado como motor de busca, sendo selecionados artigos mediante descritores como “dor”, “neurobiologia”, e “sistema nervoso”.

Esta metodologia propõe uma imersão profunda no corpo de conhecimento existente, visando não apenas consolidar informações, mas também desvendar novas perspectivas e nuances dos mecanismos neurobiológicos da dor. Ao seguir esses passos, buscamos contribuir de maneira significativa para o entendimento científico deste

fenômeno complexo, oferecendo insights valiosos para a melhoria de estratégias de tratamento adaptadas às particularidades da experiência dolorosa de cada indivíduo.

RESULTADOS

De acordo com a Associação Internacional para o Estudo da Dor, a dor é definida como uma experiência sensorial e emocional desagradável associada a danos reais ou potenciais nos tecidos. Esta definição enfatiza que a avaliação clínica da dor deve abranger uma avaliação dos aspectos sensoriais e emocionais, incluindo uma avaliação da função cerebral (Montoya, 2018).

Do ponto de vista neurofisiológico, a dor é caracterizada como uma experiência subjetiva resultante da chegada de informações nociceptivas ao sistema nervoso central, envolvendo diversas regiões cerebrais. Estas regiões desempenham papéis em diferentes processos psicológicos que acompanham a dor. Por exemplo, quando ocorre uma lesão corporal, podem ser percebidas sensações como coceira, queimação ou inchaço. Além disso, a percepção da dor envolve não apenas sentir essas sensações corporais, mas também localizar a origem exata da sensação no corpo, estimando a sua duração e intensidade. E mais, as sensações dolorosas podem capturar toda a atenção, dificultar a concentração em outras atividades, alterar o humor, endurecer as expressões faciais, reduzir as atividades diárias e levar os pacientes a buscarem conforto em outras pessoas, como profissionais de saúde ou familiares (Montoya, 2018).

Conforme Montoya (2018) destaca, a sensação dolorosa tem o poder de concentrar completamente a atenção, tornando difícil se distrair com outras atividades. A dor pode modificar o humor, resultar em uma expressão facial mais rígida, reduzir a atividade diária e levar o paciente a procurar consolo em outras pessoas, como médicos, familiares e assistentes sociais, entre outros. Esses exemplos evidenciam a concepção de que a percepção da dor transcende a mera sensação corporal, sendo uma função biológica influenciada por diversos fatores psicológicos, como emoções, atenção e memória. Atualmente, compreende-se que uma extensa rede de estruturas cerebrais, incluindo córtices somatossensíveis, giro cingulado, córtex pré-frontal, gânglios basais e matéria cinzenta periaquedutal, desencadeia a ativação de todos esses processos ou fatores psicológicos durante a experiência da dor.

A percepção da dor é influenciada pelas sensações vivenciadas nos primeiros anos de vida, sendo desencadeada pela primeira lesão que estimulou o corpo a reagir e liberar a sensação que moldou nossa percepção dela. Assim, a dor é uma experiência individual e subjetiva. No entanto, diversos fatores podem desencadear respostas dolorosas em nosso organismo, como nervosismo, má postura, excesso de exercícios, estresse e outros (Apkarian, 2013).

A intensidade da dor no dia a dia está ligada aos hábitos cotidianos, à longevidade, ao cuidado e às mudanças de ambiente.

A caracterização da dor abrange diversos aspectos para sua compreensão e tratamento eficaz. Isso inclui a avaliação da frequência com que ocorre, a natureza do desconforto (se aguda, crônica, latejante, entre outras), as causas subjacentes que desencadeiam a dor, sua localização específica no corpo, a duração do sintoma (se passageiro ou crônico), a qualidade das sensações dolorosas percebidas e a intensidade do desconforto experimentado. Esses elementos são fundamentais para uma abordagem holística da dor, permitindo uma melhor identificação das origens, uma avaliação mais precisa dos sintomas e uma escolha adequada de estratégias terapêuticas para aliviar o sofrimento do paciente e melhorar sua qualidade de vida (Watson, 2022).

De acordo com Marquez (2011), é importante estabelecer uma clara distinção entre as dores agudas e crônicas, uma vez que suas naturezas e finalidades biológicas diferem significativamente. As dores agudas, consideradas fisiológicas, desempenham o papel vital de alerta, sendo essenciais para a sobrevivência. Limitadas no tempo e no espaço, cessam com a resolução do processo nocivo que as desencadeou. Por outro lado, as dores crônicas não possuem a finalidade biológica de alerta e sobrevivência, configurando-se verdadeiramente como uma condição patológica. Em termos temporais, suas definições variam, abrangendo durações superiores a três ou seis meses, ou persistindo após a cura da lesão inicial. Às vezes, a correlação causal pode ser desafiadora, não invalidando, no entanto, o diagnóstico e a existência dessa condição.

Ainda, em conformidade com Marquez (2011), as dores crônicas instigam discussões conceituais na medicina clássica, demandando abordagens que transcendem o modelo biomédico clássico, incorporando elementos filosóficos, sociais e emocionais,

como preconizado pelo modelo biopsicossocial. O pensamento de Shakespeare, "Todos são capazes de dominar a dor, exceto quem a sente", entra em contraste com as atuais abordagens terapêuticas, que visam permitir aos pacientes conviver e interagir com a dor e o sofrimento. Da mesma forma, o aforismo "sublata causa tollitur effectus" (removida a causa, o efeito desaparece) é invalidado pelo próprio conceito de dor crônica.

A contemporaneidade confronta o homem com complexos conceitos relacionados à dor, incluindo aqueles com conotações religiosas, sentimentos de culpa e expiação, que, por vezes, dificultam a abordagem e ampliam o sofrimento. O entendimento da dor não deve restringir-se à sua expressão neurosensitiva, mas considerar também sua dimensão como mensagem emocional e metáfora perceptiva. A dor pode ser uma sensação adaptativa, um alerta precoce para proteger o corpo de lesões teciduais, ou, alternativamente, uma má adaptação refletindo um funcionamento patológico do sistema nervoso (Marquez, 2011).

A dor se manifesta como uma experiência sensitiva e como uma metáfora perceptiva de sofrimento, aflição ou mágoa. Pode ser equiparada a um sistema de alarme ativado para prevenir danos ao organismo, com a nocicepção agindo em receptores especializados. Após o desaparecimento do sinal de alarme, a nocicepção adquire características motivacionais semelhantes a fome, sede ou desejo sexual. O limiar para desencadear a dor pode ser adaptativo ou mal adaptativo, sujeito a mudanças na neuroplasticidade, que reflete alterações no sistema nervoso modulando respostas a estímulos. Essa plasticidade é fundamental para compreender as síndromes clínicas dolorosas (Marquez, 2011).

Kandel, Schwartz, Jessell (2014) explicam que os mecanismos neurobiológicos referem-se aos processos biológicos e às interações neurais que ocorrem no sistema nervoso para realizar funções específicas, como a transmissão de sinais, a regulação do humor, a coordenação motora, entre outras. No contexto da dor, os mecanismos neurobiológicos estão relacionados aos processos pelos quais o sistema nervoso percebe, processa e responde a estímulos dolorosos. Esses mecanismos envolvem uma série de eventos complexos desde a detecção do estímulo até a interpretação e resposta do cérebro.

Vejamos no Quadro 01 alguns dos principais componentes dos mecanismos neurobiológicos da dor.

Quadro 01 - Principais componentes dos mecanismos neurobiológicos da dor

COMPONENTES	DESCRIÇÃO
1. Receptores de Dor	Localizados em terminações nervosas periféricas, esses receptores, conhecidos como nociceptores, são sensíveis a estímulos dolorosos. Quando ativados, geram sinais elétricos que são transmitidos ao longo das vias neurais.
2. Vias Neurais da Dor	São as rotas ao longo das quais os sinais dolorosos são transmitidos do local da lesão ou estímulo até o cérebro. Incluem vias ascendentes, que levam os sinais até o cérebro, e vias descendentes, que modulam a intensidade da dor.
3. Neurotransmissores	Substâncias químicas liberadas pelos neurônios para transmitir sinais de uma célula nervosa para outra. No contexto da dor, neurotransmissores desempenham um papel fundamental na comunicação entre os neurônios ao longo das vias neurais da dor.
4. Sistema Nervoso Central (SNC)	Compreende o cérebro e a medula espinhal. O processamento central da dor ocorre nessas estruturas, onde os sinais são interpretados e a resposta à dor é coordenada.
5. Modulação Neural	Mecanismos que regulam a intensidade da dor. Isso inclui tanto processos inibitórios que diminuem a sensação de dor quanto processos facilitatórios que aumentam a percepção de dor.
6. Neuroplasticidade	Refere-se à capacidade do sistema nervoso de se adaptar e modificar suas conexões em resposta a estímulos ou lesões. Alterações na neuroplasticidade podem contribuir para a persistência da dor crônica.

Fonte: Adaptado de Kandel; Schwartz; Jessell (2014).

Ressalta Kandel; Schwartz; Jessell (2014) que o caminho da dor, cientificamente conhecido como via da dor, refere-se ao percurso que os sinais de dor percorrem desde o local da lesão ou estímulo doloroso até a percepção consciente da dor no cérebro. Esse processo envolve várias etapas complexas, desde a detecção inicial até a interpretação e resposta no sistema nervoso central, conforme podemos observar no Quadro 02.

Quadro 02 – Via da dor

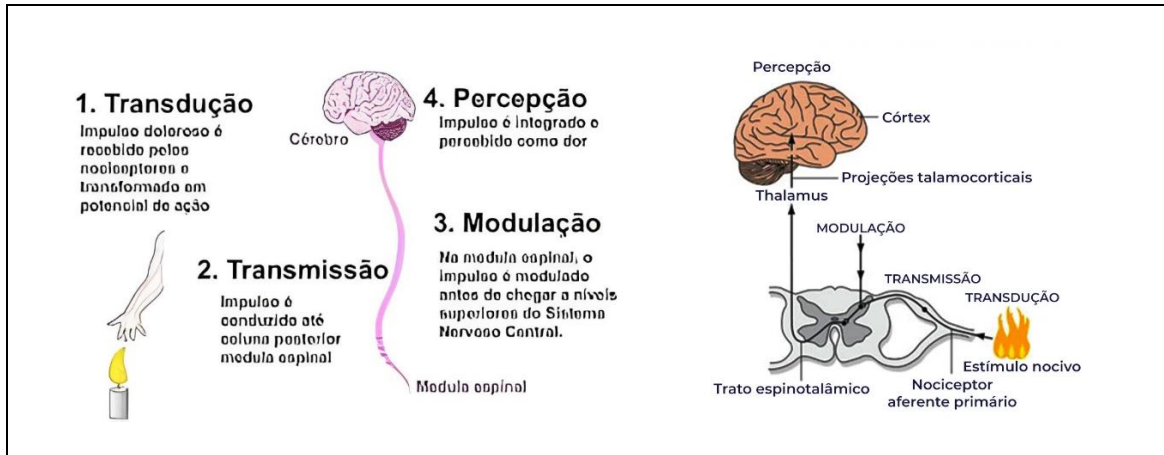
COMPONENTES	DESCRIÇÃO
1. Detecção Periférica	O processo inicia-se com a detecção de estímulos nocivos por nociceptores, que são terminações nervosas especializadas distribuídas em todo o corpo. Esses nociceptores são ativados por diversos estímulos, como temperatura extrema, pressão intensa ou substâncias químicas irritantes.
2. Transdução	Quando um nociceptor é ativado, ocorre a transdução, um processo no qual a energia do estímulo é transformada em sinais elétricos. Isso gera um potencial de ação, um impulso elétrico, que percorre o axônio do nociceptor.
3. Transmissão ao Longo dos Nervos Periféricos	O potencial de ação é transmitido ao longo dos nervos periféricos, conduzindo os sinais dolorosos para a medula espinhal. O neurotransmissor envolvido na transmissão inicial é geralmente a substância P.
4. Chegada à Medula Espinhal	Na medula espinhal, os sinais dolorosos são transmitidos para neurônios na substância gelatinosa, uma região especializada da medula. Aqui, ocorre uma série de modulações e interações neurais.
5. Transmissão para Vias Ascendentes	Os sinais são então transmitidos para as vias ascendentes da medula espinhal, que carregam a informação até o cérebro. Diferentes vias ascendentes são responsáveis por aspectos específicos da dor, como localização, intensidade e qualidade.
6. Processamento Central no Cérebro	Ao atingir o cérebro, os sinais dolorosos são processados em diferentes regiões, incluindo o córtex somatossensorial e áreas relacionadas à emoção. O cérebro interpreta esses sinais, resultando na percepção consciente da dor.
7. Resposta e Modulação	O cérebro também desencadeia respostas motoras e autonômicas à dor, e mecanismos de modulação são acionados para controlar a intensidade da dor. Isso envolve a liberação de neurotransmissores inibitórios, como as endorfinas.
8. Memorização e Neuroplasticidade	A experiência da dor pode levar a alterações neuroplásticas, modificando as conexões neurais. Essas mudanças podem contribuir para a memória da dor e, em alguns casos, para a persistência da dor crônica.

Fonte: Adaptado de Kandel; Schwartz; Jessell (2014).

Podemos observar que o caminho da dor é um processo regulado e ao mesmo tempo complexo, envolvendo interações entre diferentes tipos de neurônios, neurotransmissores e áreas do sistema nervoso central.

A dor nociceptiva envolve a ativação normal do sistema por estímulo nocivos, consistindo em quatro processos: transdução, transmissão, percepção e modulação, conforme é ilustrada na Figura 01.

Figura 01 – Os processos da dor nociceptiva



Fonte: Adaptado de Smyth (2021).

Vale destacar que a diversidade de nociceptores, receptores da dor, revela sua notável capacidade de detectar uma variedade de estímulos nocivos em diversas partes do corpo. Os mecanorreceptores, sensíveis a estímulos mecânicos como pressão e impacto, desencadeiam a dor quando tecidos como pele, músculos e articulações são danificados. Já os termorreceptores respondem a variações de temperatura, enquanto os quimiorreceptores reagem a substâncias químicas liberadas por tecidos lesados, como produtos inflamatórios durante uma lesão. Os nociceptores polimodais adaptam-se a diferentes estímulos, como mecânicos, térmicos e químicos, proporcionando uma resposta rápida à dor. Nos órgãos internos, os nociceptores viscerais respondem à distensão, inflamação e isquemia, contribuindo para a percepção de dor visceral, frequentemente sentida como uma sensação profunda e mal localizada. A diferenciação entre nociceptores superficiais e profundos permite respostas específicas a diferentes estímulos nocivos, refletindo a complexidade necessária para o organismo detectar e reagir a uma ampla gama de ameaças, garantindo uma proteção eficaz contra lesões (FEIN, 2011).

A fisiopatologia da dor envolve mecanismos periféricos e centrais de transmissão da dor. Os mecanismos periféricos incluem a transformação de estímulos agressivos em

potenciais de ação por receptores específicos para dor localizados nas fibras nervosas. Esses nociceptores podem traduzir estímulos térmicos, químicos ou mecânicos em sinais elétricos transmitidos ao sistema nervoso central. A sensibilização dos nociceptores por substâncias algésicas no ambiente tecidual contribui ainda mais para a percepção da dor. Os mecanismos centrais envolvem circuitos da medula espinhal que modulam os estímulos nociceptivos antes de atingirem o córtex cerebral. A estimulação persistente dos nociceptores pode causar dor espontânea, redução dos limiares de sensibilidade e hiperalgesia (Montoya, 2018).

Consoante Rocha et al. (2007), inicialmente, a transformação de estímulos agressivos em potenciais de ação nas fibras nervosas periféricas é o ponto de partida para a geração do fenômeno doloroso. Os receptores específicos para a dor, presentes nas terminações das fibras nervosas Ad e C, desempenham um papel crucial ao traduzir estímulos agressivos em sinais elétricos que são transmitidos ao sistema nervoso central e interpretados como dor no córtex cerebral. As fibras Ad mielinizadas transmitem o estímulo doloroso rapidamente, enquanto as fibras C não mielinizadas são responsáveis pela transmissão mais lenta da dor. A sensibilização dos nociceptores por substâncias químicas algigênicas presentes no ambiente tissular desencadeia uma série de eventos que contribuem para a percepção da dor. Além disso, a lesão tecidual provoca um processo inflamatório seguido de reparação, envolvendo a liberação de mediadores como prostaglandinas, leucotrienos e cininas, que desempenham papéis importantes na resposta inflamatória e na sensibilização periférica. No âmbito central, os circuitos medulares têm a capacidade de modular os estímulos nocivos e influenciar a resposta dolorosa, demonstrando uma interação complexa entre os sistemas periférico e central na geração e modulação da dor. A sensibilização central resulta em alterações nos impulsos periféricos, levando a uma amplificação dos sinais sensoriais nos neurônios espinhais e no encéfalo, contribuindo para a hiperalgesia e outras respostas dolorosas. Esses mecanismos intrincados destacam a importância de compreender tanto os aspectos periféricos quanto centrais da dor para o desenvolvimento de estratégias terapêuticas mais eficazes no tratamento desse sintoma debilitante.

Esclarece Smyth (2021) que a via clássica da dor compreende uma série de três neurônios que conduzem a sensação dolorosa da periferia até o tálamo e o córtex cerebral. O primeiro neurônio possui seu corpo celular no gânglio da raiz dorsal, com

dois axônios: um que se estende para o tecido que inerva e outro que se projeta centralmente até o corno dorsal da medula espinhal. No corno dorsal, ocorre a sinapse com o segundo neurônio, cujo axônio cruza a medula espinhal pela comissura branca anterior, ascendendo pelo trato espinotalâmico até o tálamo. Neste ponto, ocorre uma nova sinapse com o terceiro neurônio, que projeta para o giro pós-central do córtex cerebral por meio da cápsula interna e coroa radiada. As informações são somatotopicamente organizadas no córtex cerebral, um processo mais complexo em comparação com a visão de Descartes sobre a via da dor. Descartes acreditava que a dor era uma resposta automática a um estímulo nocivo, sem necessidade de envolvimento consciente. Segundo sua teoria, a dor ocorre quando um estímulo externo ativa os nervos periféricos, gerando uma resposta reflexa no corpo. Assim, a experiência da dor era vista como uma reação mecânica e não envolvia necessariamente processos cognitivos ou emocionais.

A notável característica das vias neurais da dor é sua plasticidade, onde novas conexões se formam, células experimentam apoptose prematura, fenótipos celulares são modificados e a produção de novos transmissores nervosos é desencadeada, resultando em um sistema totalmente novo (Smyth, 2021).

Um ponto interessante constatado pela ciência que esse caminho da dor é realizado tanto pela dor física ou emocional. A dor emocional, muitas vezes associada a sensações físicas intensas como angústia, aperto no peito e dor no estômago, tem sido objeto de estudo em pesquisas recentes de neuroimagem. Esses estudos revelam que o cérebro humano não faz distinção entre a dor física e a dor emocional, destacando a realidade dessas sensações mesmo quando originadas por causas psicológicas. A constatação de que a dor emocional tem uma base psicológica não nega sua existência, mas sim ressalta a complexidade das interações entre mente e corpo (Bastos et al., 2007; Maya, 2015).

Essas descobertas lançam luz sobre fenômenos como somatização, dores musculares associadas à depressão e condições como fibromialgia, evidenciando como as experiências emocionais podem se manifestar fisicamente. A sensibilização dos nociceptores por substâncias químicas algogênicas presentes no ambiente tissular desempenha uma função na percepção da dor, desencadeando processos inflamatórios

e de reparação. A interação entre os sistemas periférico e central na geração e modulação da dor revela a complexidade da experiência dolorosa, demonstrando a importância de compreender tanto os aspectos físicos quanto emocionais da dor para um tratamento eficaz (Bastos et al., 2007; Maya, 2015).

Essas pesquisas reforçam a ideia de que a dor emocional é uma experiência genuína e tangível, com repercussões físicas reais no corpo humano. A compreensão desses mecanismos pode abrir caminho para abordagens terapêuticas mais abrangentes e eficazes no tratamento da dor emocional e suas manifestações físicas associadas (Maya, 2015).

Ao longo dos últimos anos, as descobertas na Neurociência revolucionaram a compreensão da relação entre a dor social ou emocional e a dor física. A constatação de que a dor causada pela rejeição ativa as mesmas regiões neurais responsáveis pela dor física sublinha a complexidade dessa experiência. Em essência, afirmamos que a rejeição dói porque ela estimula exatamente os mesmos circuitos cerebrais que processam dores físicas, como queimaduras ou lesões (Marques, 2011).

A natureza fundamentalmente relacional da espécie humana se apresenta como uma explicação para a sobreposição de dois tipos tão distintos de dor - a física e a emocional/social - em uma mesma região cerebral. Os laços sociais são essenciais para a sobrevivência humana, desde a dependência vital nos primeiros anos de vida até as conexões estabelecidas ao longo da vida, proporcionando acesso a recursos compartilhados e proteção (Marques, 2020).

A linguagem utilizada para descrever a experiência de rejeição revela uma conexão intrínseca entre a dor social e física. Expressões como "coração partido" ilustram a dificuldade de descrever a dor da rejeição sem recorrer a termos associados à dor física. A associação de vocabulário, embora não seja prova conclusiva, sugere uma ligação direta entre a percepção de dor física e social (Marques, 2020).

Estudos farmacológicos fornecem evidências adicionais, indicando que drogas como morfina e antidepressivos, criadas para aliviar dores físicas, também reduzem a sensação de dor e desconforto provenientes de situações sociais, como a rejeição. Essa correlação entre os dois tipos de dor reforça a hipótese de um mecanismo cerebral comum para ambas (Marques, 2020).

Na busca por compreender a dor da rejeição, é relevante distinguir os componentes sensorial e afetivo da dor física. Enquanto o componente sensorial lida com a localização, intensidade e duração da dor física, o componente afetivo processa os aspectos desagradáveis e desconfortáveis, características compartilhadas pela dor social. Pesquisas indicam que regiões cerebrais específicas, como o córtex cingulado anterior e a ínsula anterior, desempenham importantes funções no processamento do componente afetivo, tanto em dores físicas quanto sociais (Marques, 2020).

Em estudos de neuroimagem, a exclusão social em um jogo interativo desencadeou aumento de atividade nessas regiões, correlacionando-se com respostas de incômodo dos participantes. Estes avanços científicos não apenas confirmam a correlação entre dor física e social, mas também levantam questões inexploradas, destacando que nossas dores estão intrinsecamente conectadas à mente humana (Marquez, 2011).

Já vimos que a modulação da dor vai além da natureza e intensidade do estímulo, sendo influenciada por fatores psicossociais e neurosensitivos. No sistema nervoso central, ocorre uma complexa interação entre estímulos nociceptivos e elementos moduladores, culminando na experiência neurosensitiva da dor. A qualidade e intensidade dessa dor são variáveis, dependendo do entendimento da situação geradora, experiências anteriores com o desencadeador algico, contexto cultural, nível de atenção, ansiedade e habilidade da pessoa em se desconectar das sensações nocivas (por meio da distração) e exercer controle sobre a dor (Marquez, 2011).

O tratamento da dor varia conforme sua origem, podendo envolver medicamentos, fisioterapia, termoterapia, crioterapia, massagens, acupuntura, entre outros métodos. Além disso, é possível prevenir certos tipos de dor ao aliviar o estresse diário, manter uma postura adequada, dormir bem, praticar atividades físicas moderadas e alongar o corpo ao permanecer por longos períodos na mesma posição.

Exploramos anteriormente que a dor é um fenômeno complexo, contribuindo para a preservação da saúde. Este mecanismo serve como um indicativo de perigo, alertando-nos quando as articulações são submetidas a esforço excessivo, ao mesmo tempo em que contribui para a detecção de diversas condições, desde problemas mais leves, como infecções de ouvido e gastrite, até situações mais sérias, como um infarto.

Contudo, surge a questão: Será possível que existem pessoas que não experimentam a sensação de dor? A escocesa Jo Cameron, até o momento, é a única mulher no planeta, devido às suas duas mutações genéticas raras, que é praticamente insensível à dor e à ansiedade, além de ter uma recuperação celular acelerada. Após uma cirurgia em 2013, em que não sentiu dor como esperado, Jo foi encaminhada a geneticistas que descobriram que as mutações no gene FAAH-OUT são responsáveis por sua condição incomum (BBC NEWS BRASIL, 2023).

Essas mutações reduzem a expressão do gene FAAH, ligado à dor, humor e memória, e diminuem a produção da enzima FAAH, responsável por quebrar a anandamida, conhecida como "substância da felicidade". Jo possui mais anandamida em seu corpo do que o normal, o que contribui para sua insensibilidade à dor e ao estresse. Além disso, as mutações também aceleram a cicatrização de suas células em até 30%. Essa descoberta não apenas lança luz sobre o papel dos genes FAAH-OUT na sensibilidade à dor e emoções, mas também destaca a importância da pesquisa genética para entender e potencialmente tratar condições médicas únicas. Jo Cameron é um exemplo fascinante de como a genética pode influenciar diretamente a experiência humana (BBC NEWS BRASIL, 2023).

Outra situação que impede a dor é a Síndrome de Riley-Day, também conhecida como Disautonomia Familiar, uma desordem rara do sistema nervoso autônomo que afeta o desenvolvimento e a sobrevivência dos neurônios sensoriais, simpáticos e parassimpáticos. Esta condição resulta em uma série de sintomas variados, incluindo insensibilidade à dor, incapacidade de produzir lágrimas, fraco crescimento e pressão arterial instável. Esta síndrome é hereditária e está relacionada a uma mutação no gene IKBKAP no cromossomo 9, sendo transmitida de forma autossômica recessiva. O sintoma mais característico é a ausência de sensibilidade à dor, mas outros sintomas como deficiências no crescimento, dificuldades em comer, apneia, vômitos, convulsões, hipotonia e escoliose severa também podem estar presentes. Pacientes com a Síndrome de Riley-Day não sentem dor, o que os torna mais propensos a acidentes graves devido à falta de aviso de danos nos tecidos do corpo. A doença foi descrita pela primeira vez pelos médicos Milton Riley e Richard Lawrence Day. Infelizmente, a maioria dos pacientes com essa síndrome tende a falecer jovem, antes dos 30 anos, devido a ferimentos não detectados (SILVA; TAKAHASHI; YOSHINAGA, 1994).

A incidência da Síndrome de Riley-Day é baixa, afetando de 1 a 9 pessoas a cada 1 milhão de nascimentos. É mais comum em judeus asquenazes, com uma incidência de aproximadamente 1 em 3700. Atualmente não há cura para esta doença. O tratamento visa prevenir acidentes e aliviar os sintomas, incluindo proteção contra lesões, tratamento da pneumonia aspirativa, terapia anticonvulsivante para convulsões, uso de lágrimas artificiais para prevenir o ressecamento dos olhos e medicamentos antieméticos para controlar vômitos. A hipotensão ortostática pode ser gerenciada com aumento da ingestão de líquidos e sal, cafeína e meias elásticas na cintura (SILVA; TAKAHASHI; YOSHINAGA, 1994).

O prognóstico tem melhorado com avanços no diagnóstico e tratamento. Atualmente, um recém-nascido com Síndrome de Riley-Day tem uma chance de 50% de chegar aos 30 anos. Complicações como crises autonômicas podem ocorrer em cerca de 40% dos pacientes e incluem sintomas como sudorese excessiva, manchas na pele, hipertensão arterial e taquicardia (SILVA; TAKAHASHI; YOSHINAGA, 1994).

Além da Síndrome de Riley-Day existe a Analgesia Congênita, também conhecida como insensibilidade congênita à dor, é uma condição rara na qual o indivíduo não é capaz de sentir dor física. Esta condição resulta em uma incapacidade de perceber diferenças de temperatura, tornando os portadores propensos a queimaduras e lesões graves, mesmo sem sentir dor. Embora sensíveis ao toque, essas pessoas não têm a capacidade de reconhecer a dor física, o que pode levar a complicações sérias, como esmagamento de membros. As causas exatas da analgesia congênita ainda não foram completamente esclarecidas, mas sabe-se que há um desenvolvimento anormal dos neurônios motores e sensitivos nesses indivíduos. Esta condição é de origem genética e pode afetar vários membros da mesma família. Os sinais característicos da analgesia congênita incluem a ausência de sensação de dor desde o nascimento, levando muitas vezes a autolesões como arranhões e cortes frequentes. Complicações como febres recorrentes devido a infecções não diagnosticadas, lesões ósseas graves e alterações na sudorese podem estar presentes. O diagnóstico é geralmente feito na infância através da observação clínica, biópsias da pele e nervos periféricos, testes genéticos e exames de imagem para avaliar possíveis lesões (COVIAN, 1965).

Infelizmente, não há cura para a analgesia congênita. O tratamento visa

principalmente prevenir lesões ortopédicas através de imobilizações e cirurgias quando necessário. É fundamental um acompanhamento multidisciplinar com profissionais de saúde para garantir a qualidade de vida do paciente e prevenir novas complicações. Consultas médicas regulares e exames anuais são recomendados para monitorar possíveis doenças associadas e iniciar tratamentos precocemente (COVIAN, 1965).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao explorar a função da dor, descobrimos que sua principal finalidade é a preservação da integridade do organismo. Ela age como um alerta, indicando lesões, inflamações ou outras ameaças potenciais. A dor aguda, muitas vezes, serve como um mecanismo de autopreservação, impedindo-nos de nos expormos a situações perigosas que poderiam causar danos significativos.

No entanto, a dor crônica, persistente e desgastante, é um paradoxo desafiador. Enquanto a dor aguda tem uma função clara e benéfica, a dor crônica muitas vezes perde sua utilidade evolutiva, tornando-se um fardo emocional e físico para quem a vive. Nesse contexto, compreender e abordar a dor torna-se uma busca não apenas científica, mas também filosófica.

A indústria farmacêutica, inserida no contexto capitalista, enfrenta desafios significativos devido aos altos investimentos necessários para o desenvolvimento de novos fármacos. Nesse cenário, o modelo medicalizante e biomedicínista muitas vezes é criticado por explorar a condição de saúde da sociedade em busca de lucros. A pressão por resultados financeiros leva os fabricantes a focarem na redução de custos e aumento da eficiência, visando o sucesso no mercado para garantir lucratividade.

O longo processo que envolve a pesquisa e comercialização de um novo medicamento, podendo se estender por até 20 anos, apresenta desafios adicionais. A discrepância entre os efeitos farmacológicos observados *in vitro* e *in vivo* pode resultar em desperdício de recursos financeiros consideráveis, impactando diretamente a produção de novos fármacos para o tratamento de estados dolorosos.

O futuro da indústria farmacêutica nesse contexto é incerto, porém a colaboração mais estreita entre pesquisadores clínicos e de laboratório é essencial. Estudos sobre expressão genética da dor e o uso de animais geneticamente modificados

representam vertentes promissoras para o desenvolvimento futuro de novos fármacos. O aumento na publicação de artigos científicos dedicados ao tema indica a importância contínua dessas pesquisas.

Diante desses desafios, é necessário incorporar novos campos de pesquisa e abordagens inovadoras para impulsionar avanços no desenvolvimento de novos fármacos e técnicas no controle da dor clínica. A reflexão crítica sobre o modelo medicalizante e biomédico é fundamental para garantir que os interesses comerciais não se sobreponham à saúde e ao bem-estar da sociedade.

REFERÊNCIAS

APKARIAN, A. Vania. **The neurobiology of pain**: understanding the subjective experience of pain. In: *Neurology*, [S.l.], v. 80, n. 15, p. 1536-1543, 2013.

BASTOS, Daniela Freitas et al. Dor. **Revista da Sociedade Brasileira de Psicologia Hospitalar**, v. 10, n. 1, p. 85-96, 2007.

CARVALHO, R. C. et al. **Prevalence and characteristics of chronic pain in Brazil**: a national internet-based survey study. *BrJP*, v. 1, n. 4, p. 331-338, 2018. DOI 10.5935/2595-0118.20180063.

COVIAN, M. R.. Fisiopatogênese da dor. **Arquivos de Neuro-Psiquiatria**, v. 23, n. 3, p. 143–164, set. 1965.

DARNALL, B. D. Psychological treatment for patients with chronic pain. Washington, DC: **American Psychological Association**; 2019. DOI: 10.1037/0000104-000

FEIN, Alan. NOCICEPTORES: As células que sentem dor. Tradução: Petrov P, Francischi JN, Ferreira SH, et al. Ribeirão Preto – SP: **Dor On Line**; 2011. 106 p. Disponível em: <http://www.dol.inf.br/nociceptores>

KANDEL, Eric R.; SCHWARTZ, James H.; JESSELL, Thomas M. **Princípios de Neurociência**. 5. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.

MANCINI, MC; SAMPAIO, RF. Estudos de revisão sistemática: um guia para síntese criteriosa da evidência científica. **Rev. bras. fisioter.**, São Carlos, v. 11, n. 1, p. 83-89, 2007.

MARQUES, José Roberto. **A neurociência e a dor da rejeição**. Instituto Brasileiro de Coaching, 2020. Disponível em: <https://www.ibccoaching.com.br/portal/ser-livre/neurociencia-dor-da-rejeicao/>

MARQUEZ, Jaime Olavo. A dor e os seus aspectos multidimensionais. **Ciência e Cultura**, v. 63, n. 2, p. 28-32, 2011.

MAYA, Juliana. **Dores física e emocional atingem mesma região do cérebro**. Rádios EBC, 2015. Disponível em: <https://radios.ebc.com.br/tarde-nacional/edicao/2015-02/dores-fisica-e-emocional-atingem-mesma-regiao-do-cerebro>

MONTOYA, Pedro. Neurociência cognitiva e afetiva em dor crônica: relevância para a fisioterapia. **Rev Pesq Fisio**. 2018;8(1):131-137. DOI: 10.17267/2238-2704rpf.v8i1.1826



MULHER com mutação genética rara não sente dor ou medo. **BBC NEWS BRASIL**, 2023. Disponível em <https://www.bbc.com/portuguese/articles/c0wvpzv94x3o>

PAIVA, V. L. M. O. **Manual de Pesquisa em Estudos Linguísticos**. São Paulo: Parábola, 2019.

ROCHA, A. P. C. et al.. Dor: aspectos atuais da sensibilização periférica e central. **Revista Brasileira de Anestesiologia**, v. 57, n. 1, p. 94–105, jan. 2007.

SILVA, E. R. T.; TAKAHASHI, S. I.; YOSHINAGA, L.. Familial dysautonomy (Riley-Day syndrome). **Arquivos de Neuro-Psiquiatria**, v. 52, n. 1, p. 103–105, mar. 1994.

SMYTH, Catherine. Fisiopatologia da dor. **Dor Crônica - O Blog**, 2021. Disponível em <https://www.dorcronica.blog.br/fisiopatologia-da-dor/>

WATSON; James C. Avaliação da dor. **Manual MSD: Versão para profissionais de saúde**, 2022. Disponível em: <https://www.msmanuals.com/pt-br/profissional/dist%C3%BArios-neurol%C3%B3gicos/dor/avalia%C3%A7%C3%A3o-da-dor>