

## CAPÍTULO 14

# NEUROCIÊNCIA DA DOR: COMO O CÉREBRO INTERPRETA E MODULA O SOFRIMENTO

LUCAS DE MORAIS FRANCO<sup>1</sup>  
DÊNISON DAVID GOMES DO NASCIMENTO<sup>1</sup>  
MILENA NUNES GIL<sup>2</sup>  
MARIA EDUARDA SILVA ÁZARA<sup>3</sup>  
AGDIEL CARVALHO DE ASSIS VALENTE<sup>1</sup>  
MIGUEL CLEMENTE DE SOUZA<sup>1</sup>  
LUANA DE ARAÚJO SANTOS<sup>1</sup>  
CAROLINA FERRAZ MAURO<sup>1</sup>  
GIULIA DE OLIVEIRA PAZ<sup>1</sup>  
PEDRO VANIERY BEZERRA DE OLIVEIRA<sup>1</sup>  
JAMILLE SOPHIE MACHADO LOPES<sup>1</sup>  
ALINE ARAUJO DOS SANTOS<sup>1</sup>  
DEBORA COSTA DE ALBUQUERQUE<sup>1</sup>  
ALINE MARQUES BARRETO SCALIONI<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Discente - Medicina na Universidade Nove de Julho.

<sup>2</sup>Discente - Medicina no Centro Universitário de Brasília.

<sup>3</sup>Discente - Medicina no Instituto Nacional Padre Gervásio.

*Palavras-chave: Neurociência; Dor; Sofrimento.*

DOI

10.59290/978-65-6029-257-4.14

EDITORA  
**P** PASTEUR

## INTRODUÇÃO

A dor é definida como uma experiência sensorial e emocional pela Associação Internacional para o Estudo da Dor (IASP), em associação a danos titulares reais ou em potencial (RAJA *et al.*, 2020), sendo expressa pela nocicepção, ou seja, o mecanismo cerebral de processamento de estímulos nocivos, como calor e inflamação.

Primariamente, a dor pode ser classificada em aguda, a qual está sempre associada a um dano direto ao tecido e é rápida, e crônica, que persiste após a recuperação da lesão, podendo ainda ser subdividida em nociceptiva (ativação de neurônios nociceptores em decorrência de danos reais), neuropática (desencadeada por danos ao sistema nervoso somatossensorial) e inflamatória (decorrente da sensibilização de terminais nervosos periféricos) (AFRIDI; KHAN & AKKOL, 2020).

Ademais, a respeito da crônica, esta pode ser classificada como primária, isto é, sem ligação a outras condições médicas, e secundária, quando é subjacente a outro quadro doloroso, como oncológicos e pós-operatórios.

Destarte, trata-se do tipo mais desafiador no quesito socioeconômico, haja vista a dificuldade em definir os mecanismos por trás disso, bem como o tratamento a ser seguido na prática clínica.

Entretanto, tem-se que o manejo inicial deve ser conservador, a nível de fisioterapia e intervenções psicológicas, incluindo a terapia cognitivo-comportamental.

Já acerca do tratamento medicamentoso, os anti-inflamatórios não esteroidais (AINEs) mostram eficácia na dor não neuropática, enquanto medicamentos como gabapentina e pregabalina demonstram sucesso em caso de dor neuropática crônica.

Os opioides, por sua vez, são os agentes farmacológicos usados para dor aguda, oferecendo efeitos analgésicos pela ativação de receptores opioides periféricos, no entanto, seu uso prolongado pode induzir hiperalgesias e prejudicar o sistema imune, representando mais um imbróglio no controle desse sintoma (GUVEN KOSE *et al.*, 2023).

A condução do sinal nociceptivo a partir do estímulo mecânico ativa as terminações dos neurônios aferentes primários, sendo transmitido de mecânico para eletroquímico e levado ao sistema nervoso central por meio de fibras A $\delta$  e A $\beta$  (mielinizadas) e C (não mielinizadas).

Após a sinapse com os neurônios aferentes secundários, o sinal segue pelos tratos espinotálâmicos medial e lateral, chegando ao tálamo, de onde projetam-se através de diferentes vias para as regiões onde a percepção do estímulo é gerada, como o córtex pré-frontal, o córtex somatossensorial, a ínsula e o córtex cingulado anterior.

Em suma, o mecanismo da dor combina sensação, percepção e memória (ESPAÑA; YASODA-MOHAN & VANNESTE, 2024), mecanismo o qual pode ser modulado por redes neurais e mediadores químicos.

Nesse sentido, a dor difere dos outros sentidos em razão de sua multifatorialidade, visto que reflete a interação entre entradas sensoriais aferentes ao sistema nervoso, e seu processamento da periferia aos circuitos cerebrais, abrangendo estruturas como terminações nervosas, gânglios e neurônios sensitivos, e seu aspecto afetivo, que inclui memória, humor e expectativas. Assim, pode-se discutir a delimitação entre a dimensão sensorial da dor e sua percepção (KUNER & KUNER, 2021).

Diante do exposto, e considerando o impacto que a dor acarreta aos pacientes, o atual capítulo objetiva discutir a fisiopatologia desse sinal, o qual constitui um alerta fisiológico de que

há algum comprometimento no pleno funcionamento do corpo.

Dessa forma, espera-se elucidar quais as vias envolvidas na transmissão do estímulo doloroso, bem como seus mecanismos de interpretação e modulação, ponto chave para a influência de fatores psicológicos e comportamentais que individualizam a experiência de cada organismo e requerem, portanto, manejos específicos, principalmente no que tange à cronicidade da dor.

Isto posto, é almejada também a exposição das intervenções atualmente disponíveis na neurociência, a fim de que haja a disseminação de terapias e abordagens benéficas à saúde pública.

## MÉTODO

Este estudo de revisão científica foi conduzido por meio de uma pesquisa extensiva em bases de dados científicas, incluindo PubMed, Scopus, *Web of Science*, Elsevier, *Science Direct*, SciELO, *Cochrane Library*, MEDLINE, LILACS e Google Acadêmico. Para a seleção dos artigos, utilizou-se uma combinação de descritores, de acordo com os Descritores em Ciências da Saúde (DeCS) e o *Medical Subject Headings* (MeSH), incluindo: ("*Pain Neuroscience*" OR "*Neural Mechanisms of Pain*") AND ("*Pain Modulation*" OR "*Neuroimaging*").

Foram incluídos estudos publicados entre os anos de 2020 e 2025, garantindo que as informações analisadas fossem atualizadas e refletissem os avanços mais recentes no entendimento da interpretação e da modulação do sofrimento pelo cérebro.

Na busca por artigos elegíveis, foram aplicados critérios de inclusão e exclusão rigorosos. Inicialmente, foi realizada uma triagem baseada nos títulos, resumos e textos completos, resultando em 48 artigos considerados relevantes. Destes, alguns foram incluídos para avaliação

detalhada, enquanto os demais foram excluídos devido a critérios como: falta de relação direta com os avanços das descobertas de como o cérebro interpreta e modula o sofrimento, restrição de acesso ao texto completo ou ausência de resultados significativos para o objetivo do estudo.

Os artigos selecionados abordaram os avanços mais recentes da neurociência da dor. Foram considerados estudos em língua portuguesa e inglesa, e informações relevantes foram extraídas dos textos completos, com ênfase na metodologia utilizada, resultados obtidos, discussões e conclusões.

Os dados coletados foram analisados e sintetizados para identificar tendências, lacunas na literatura e contribuições significativas para a prática clínica e a formulação de políticas de saúde voltadas à compreensão da forma que o cérebro interpreta e modula o sofrimento. A análise crítica dos achados permitiu compreender os impactos que a dor gera no cérebro.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Texto Introdutório dos resultados

A análise dos artigos selecionados permitiu a identificação dos avanços na compreensão das vias neurais e nos mecanismos de modulação dos fatores psicossociais envolvidos na percepção da dor.

Com base nos resultados, a dor envolve o processamento de circuitos complexos do SNC e SNP, que incluem estruturas cerebrais e mediadores neuroquímicos.

Algumas das evidências recentes mostraram que, além das vias nociceptivas clássicas, a experiência de dor é modulada por fatores emocionais, cognitivos e sociais, contribuindo para a cronicidade do quadro doloroso.

Através das bases de pesquisas, observaram-se alterações na função cerebral em paci-

entes com dor crônica, evidenciadas por meio de técnicas de neuroimagem.

Sendo assim, destaca-se a relevância da neuroplasticidade nos processos de sensibilização central.

Os dados reforçam a importância das intervenções por meio da neurociência, tanto farmacológicas quanto não farmacológicas, como ferramentas para o manejo clínico da dor.

### **Vias Neurais da Percepção da Dor**

A percepção da dor é mediada por um complexo conjunto de vias neurais que envolvem a interação entre o sistema nervoso central e periférico.

O estímulo da dor começa nos nociceptores, células especializadas localizadas nas extremidades dos neurônios sensoriais, que respondem a estímulos potencialmente prejudiciais ao indivíduo, como calor, pressão intensa ou substâncias químicas liberadas em resposta a danos teciduais.

Esses nociceptores são, em sua maioria, ativados por estímulos nocivos e podem ser classificados em dois tipos principais de fibras nervosas: as fibras A $\delta$  e C. As fibras A $\delta$  transmitem sinais rápidos e agudos de dor, enquanto as fibras C são mais lentas e estão associadas à dor crônica e difusa.

Uma vez ativados, esses sinais viajam ao longo das fibras A $\delta$  e C até a medula espinal, local onde ocorre a primeira sinapse, um ponto crucial para a transmissão do sinal doloroso para o sistema nervoso central (SOUZA *et al.*, 2020).

Após essa primeira sinapse, os sinais dolorosos são transmitidos ao cérebro através de vias ascendentes. Uma dessas vias é a via espinotalâmica, que projeta informações para o tálamo.

Este, por sua vez, distribui essas informações para diversas regiões do cérebro, como o

córtex somatossensorial, que processa as características sensoriais da dor (localização, intensidade e tipo), e o sistema límbico, que é responsável pela resposta emocional associada ao desconforto.

A ativação dessas regiões cerebrais resulta na percepção consciente da dor, permitindo que o indivíduo reconheça e reaja ao estímulo nocivo.

Além disso, o tálamo também desempenha um papel fundamental na modulação da dor, ajustando sua intensidade dependendo do contexto emocional e fisiológico (MERCER *et al.*, 2021).

A compreensão dessas vias neurais tem implicações terapêuticas diretas, especialmente no desenvolvimento de tratamentos para a dor crônica.

Intervenções como a estimulação elétrica da medula espinal ou do cérebro, o uso de analgésicos, como os fármacos opioides, e até mesmo as terapias comportamentais, como a terapia cognitivo-comportamental, têm mostrado eficácia na modulação da dor.

A estimulação elétrica, por exemplo, pode restaurar o equilíbrio nas vias de dor, interferindo nas transmissões nocivas que causam dor crônica.

Já a farmacoterapia visa bloquear ou alterar a atividade dos mediadores químicos envolvidos na transmissão da dor, enquanto as terapias comportamentais atuam para modificar a percepção emocional da dor, visando reduzir o sofrimento associado a condições de dor crônica.

Esses tratamentos visam não apenas proporcionar alívio imediato, mas também prevenir a progressão da dor para estados crônicos (LINDSAY *et al.*, 2021).

### **Mecanismos de Modulação da Dor**

A modulação da dor é um processo altamente complexo que envolve uma interação en-

tre diferentes mecanismos neurais e mediadores bioquímicos, influenciando a percepção da dor de forma central e periférica.

Esses mecanismos podem ser classificados em diferentes sistemas e vias, que são modulados por fatores como receptores, circuitos neurais e mediadores específicos, que regulam a intensidade da dor e contribuem para sua resolução (GUO *et al.*, 2022).

Além disso, a dor crônica, um fenômeno de difícil tratamento, destaca a importância de entender como esses mecanismos podem ser manipulados para melhorar o manejo da dor (MELO *et al.*, 2024).

Pesquisas recentes indicam que novas abordagens terapêuticas baseadas na modulação desses sistemas podem fornecer alternativas eficazes no tratamento da dor (TAO *et al.*, 2020).

Diante disso, um dos mecanismos principais na modulação da dor envolve os receptores metabotrópicos de glutamato (mGluRs). Esses receptores têm um papel crucial na modulação da transmissão sináptica e na plasticidade neuronal dentro do sistema nervoso central (PEREIRA & GOUDET, 2018).

Ao regular a liberação de neurotransmissores e a atividade elétrica dos neurônios, os mGluRs impactam diretamente a percepção da dor (MELO *et al.*, 2024).

Em condições de dor crônica, a desregulação desses receptores pode resultar em uma sensibilização central, amplificando a percepção dolorosa (TAO *et al.*, 2020).

Assim, a modulação dos mGluRs surge como uma estratégia terapêutica promissora, com o objetivo de atenuar a dor sem os efeitos adversos comuns a outros tratamentos analgésicos, como os opioides (GUO *et al.*, 2022).

Outro aspecto importante da modulação da dor envolve os circuitos neurais centrais, que desempenham um papel essencial no proces-

samento da dor e sua modulação (GUO *et al.*, 2022).

Estudos recentes utilizando técnicas avançadas, como a optogenética, têm mostrado como certos circuitos neurais no cérebro e na medula espinhal podem amplificar ou inibir a dor, dependendo de sua ativação (MELO *et al.*, 2024).

Em particular, circuitos inibitórios têm o potencial de reduzir a percepção dolorosa, enquanto circuitos excitadores podem intensificá-la (GUO *et al.*, 2022).

A manipulação seletiva desses circuitos oferece novas possibilidades terapêuticas, com resultados promissores na redução da dor crônica, sem a necessidade de intervenções invasivas (TAO *et al.*, 2020).

Além disso, mediadores pro-resolventes têm emergido como moduladores importantes da dor, especialmente em contextos inflamatórios (TAO *et al.*, 2020).

Esses mediadores atuam na resolução da inflamação e na diminuição da hipersensibilidade associada à dor, ajudando a restaurar o equilíbrio homeostático (MELO *et al.*, 2024).

A estimulação do nervo vago, por exemplo, tem mostrado potencial para induzir a liberação desses mediadores e atenuar a dor inflamatória (TAO *et al.*, 2020).

Esse mecanismo de neuromodulação pode proporcionar uma alternativa terapêutica para o tratamento da dor crônica e inflamatória, ao contrário de abordagens que dependem de analgésicos tradicionais (GUO *et al.*, 2022).

Portanto, a modulação da dor é um processo complexo e dinâmico que envolve diferentes componentes do sistema nervoso central e periférico.

A compreensão das interações entre os receptores metabotrópicos de glutamato, os circuitos neurais e os mediadores pro-resolventes

oferece novas perspectivas para o tratamento da dor (GUO *et al.*, 2022).

Abordagens terapêuticas baseadas nesses mecanismos apresentam grande potencial para melhorar o manejo da dor, especialmente para pacientes com dor crônica, que frequentemente não respondem adequadamente aos tratamentos tradicionais (MELO *et al.*, 2024; TAO *et al.*, 2020).

### **Fatores Psicológicos e Cognitivos**

A dor é definida pela Associação Internacional para o Estudo da Dor como uma sensação desagradável e sempre subjetiva, tanto sensorial quanto emocional, associada a uma lesão tecidual real ou potencial (RAJA *et al.*, 2020).

Assim, a dor não está relacionada apenas com a função nociceptiva (que desencadeia, mantém, e modula a dor) mas também relaciona-se com fatores psicológicos e processos cognitivos, fazendo com que quanto mais tempo dure a dor, mais às percepções, compreensões, interpretações e tomadas de decisão são alteradas, o que gera impacto negativo na qualidade de vida do indivíduo (TANIK & KAYA, 2024).

Portanto, a piora e a cronificação da dor pode ser resultado de uma crença negativa da evolução de uma condição que resulte na dor. Com isso, estudos indicam prejuízo nas tomadas de decisão social e comportamental, quando comparado os indivíduos saudáveis com os doentes (TANIK & KAYA, 2024).

A influência dos fatores psicológicos na dor, surge a partir da forma como o paciente pensa de si mesmo, assim, alterando a percepção da própria dor.

Já na dimensão cognitiva, aspectos de atenção, distração e de tomadas de decisão são alterados, assim, relacionando-se com a modulação da dor (ZANETTI & BADARÓ, 2024).

Com isso, o modelo cognitivo-comportamental da dor diz que as alterações cognitivas

exacerbam a percepção e a duração da dor, e que a interação entre a dor crônica e as alterações psicológicas resultantes da mesma, exacerbam a experiência da dor.

Por isso, é importante avaliar o bem-estar emocional, pois com esse fator em tormento, a dor leva a diminuição da qualidade de vida, porque o paciente pode fazer da dor o centro da sua vida, o afastando das atividades sociais no geral (BERTOLDO, 2025; ZANETTI & BADARÓ, 2024).

Portanto, a sensação dolorosa também sofre ação das experiências sociais, com a exclusão social aumentando a percepção da dor e a rede de apoio reduzindo a percepção da dor, assim, defendendo a ideia de que a dor social não gera apenas sintomas emocionais, mas também físicos. Portanto, o medo do sofrimento e a ansiedade de senti-lo, são fatores importantes na cronificação do mesmo (ZANETTI & BADARÓ, 2024).

Assim, pacientes com quadros crônicos de dor, podem sofrer impacto no trabalho, ter alterações de autoestima, aumento da tristeza e ideia de capacidades limitadas, por causa da longa duração da dor.

Com isso, a dor longa e repetida, leva a uma maior percepção da mesma, porque os circuitos neurais ficam mais sensíveis aos estímulos, levando a uma maior percepção da dor, mesmo aos menores estímulos.

Assim, é possível visualizar que os aspectos psicológicos estão diretamente ligados a percepção dolorosa (ZANETTI & BADARÓ, 2024).

Por fim, Oliveira *et al.*, 2025, descreve que a aceitação da dor leva a mudanças no cérebro, como o fortalecimento da neuroplasticidade e a ativação do córtex pré-frontal, o que por si só destaca o potencial terapêutico da aceitação emocional da dor.

## **Plasticidade Neural e Cronificação da Dor**

A plasticidade neural é a capacidade do cérebro de responder a estímulos alterando as conexões sinápticas e de se reorganizar (JAFFAL, 2025).

Ela não é limitada apenas ao período crítico de desenvolvimento cerebral, mas também ao estado normal e contínuo do cérebro humano (STANISIC *et al.*, 2022).

Essa resposta é fundamental para o aprendizado, memória, recuperação de lesões e para a resposta do trauma à dor. A neuroplasticidade desempenha um importante papel na manutenção da dor crônica, em que os neurônios se tornam gradualmente sensíveis excessivamente aos estímulos de dor (SONG *et al.*, 2024).

A dor é caracterizada por um fenômeno de uma experiência física ou mental causada por dano tecidual real ou potencial. A dor aguda é um mecanismo de defesa que sinaliza uma lesão ao organismo.

Se a dor persiste por longos períodos, ela pode se tornar crônica e levar a um processo conhecido como sensibilização central. Esse processo é caracterizado por um estado excessivamente excitado do sistema nervoso central de responder às informações e pode determinar a transformação da dor por meio do sistema regulador descendente.

Ademais, está também relacionado a mediadores inflamatórios que podem ativar células gliais e liberar uma variedade de fatores neuro regulatórios, o que influencia ainda mais a ocorrência e a transdução da plasticidade sináptica, impactando assim a persistência e o agravamento da dor (SONG *et al.*, 2024).

A sensibilização central leva a mudanças nos circuitos neurais que envolvem tanto a modulação quanto a amplificação da dor, o que pode levar a uma percepção aumentada da dor.

Esse processo está ligado à plasticidade neuronal, onde os neurônios reorganizam suas conexões para a transmissão dos sinais dolorosos. Por isso, a plasticidade pode assumir um caráter mal adaptativo e contribuir para a cronificação de um quadro de dor (JAFFAL, 2025).

Portanto, a dor crônica é um exemplo de como a plasticidade neural, uma função adaptativa, pode se tornar mal adaptativa. A transição da dor aguda para crônica é marcada por alterações neuronais que tornam o cérebro mais suscetível a amplificar e perpetuar sinais de dor, levando à sensibilização central, à dificuldade de tratar a dor e ao sofrimento contínuo (HIRAGA *et al.*, 2022).

## **Evidências de Neuroimagem**

Xu *et al.* (2024), buscaram, em seus estudos, comparar como o cérebro reage frente à antecipação da dor e como ele responde ao estímulo doloroso real. Para isso, associou-se a neuroimagem (fMRI) à medição do índice de rigidez arterial periférica.

Os resultados evidenciaram diferenças na forma como o cérebro responde em cada uma das situações. Observou-se, portanto, a partir da ressonância magnética funcional, que, durante a antecipação da dor, foram ativadas regiões cerebrais associadas à expectativa e à preparação do corpo.

Já, no momento em que o estímulo doloroso foi aplicado, regiões sensoriais e motoras do cérebro foram recrutadas. Assim, a antecipação afeta a conectividade entre a ínsula e o córtex pré-frontal, ao passo que a dor real muda a ação local nas regiões que percebem o estímulo.

A partir dos achados da fMRI, fica claro que isso ocorre porque, nesses processos, o sistema nervoso simpático (SNS) é modulado pelo cérebro, cujos estímulos são encaminhados dos centros superiores para a periferia.

Ferraro *et al.* (2022), por meio dos métodos de neuroimagem GingerALE e ABC, mediram a atividade cerebral a partir da indução experimental da dor e concluíram que a ínsula anterior esquerda possui atividade anormal em pacientes com dor crônica.

As imagens sugerem uma reorganização das redes cerebrais em resposta a esse tipo de estímulo. Ou seja, o cérebro de pacientes com dor crônica processa o impulso algésico diferentemente do cérebro de indivíduos sem dor. Essa divergência é perceptível nas imagens de fMRI, que demonstram alterações nas redes e nas ativações cerebrais.

Em consonância com estudos de neuroimagem, realizou-se uma decodificação funcional que confirmou o papel da ínsula anterior. Os estudos de fMRI sugerem uma maior associação da ínsula ao processamento da dor, em detrimento da regulação autonômica.

Evidencia-se, portanto, que a dor crônica engloba uma rede cognitiva e emocional, haja vista que a ínsula conecta os fatores emocionais e sensoriais da dor. Assim, esse desequilíbrio entre os aspectos fisiológico e psicológico torna o tratamento da dor crônica mais difícil (FERRARO *et al.*, 2022).

### **Intervenções Baseadas em Neurociência**

O manejo adequado da dor necessita de uma abordagem completa, tanto farmacológica quanto não farmacológica, tendo em vista o aspecto emocional atrelado à dor (DE RIDDER, ADHIA & VANNESTE, 2021).

O tratamento medicamentoso da dor baseia-se em medidas que agem no aspecto biológico da dor, ou seja, nas vias da dor e também nos receptores de opioides endógenos (KIM, 2025; KANDEL *et al.*, 2023).

Por outro lado, abordagens não medicamentosas baseiam-se no manejo do sofrimento emocional e da catastrofização associada à dor (DE RIDDER, ADHIA & VANNESTE, 2021).

Em relação às intervenções medicamentosas, os opioides possuem suma importância no controle biológico da dor. Sua atuação ocorre nos receptores opioides endógenos, mu ( $\mu$ ), delta ( $\delta$ ) e kappa ( $\kappa$ ); na modulação na via inibitória descendente da dor e na diminuição da ligação funcional entre o córtex cingulado anterior e a ínsula anterior bilateral e a ínsula direita (KANDEL *et al.*, 2023; DE RIDDER, ADHIA & VANNESTE, 2021).

Além dessa opção medicamentosa, os inibidores da recaptção de serotonina e noradrenalina podem ser empregados no tratamento da dor, por meio da sua participação na modulação da inibição da via descendente.

No que tange o aspecto emocional e de sofrimento da dor, abordagens não medicamentosas são importantes para esse manejo, uma vez que pesquisas indicam que a dor crônica relaciona-se a mudanças no sistema nervoso central.

Dentre tais mudanças, há a sensibilização central e neuroplasticidade, resultando em diminuição do limiar de dor e aumento dos sinais de dor (KIM, 2025).

Nesse sentido, a Educação em Neurociência da Dor (END), auxilia no entendimento da condição do paciente, permitindo melhor manejo de sua condição, por meio do rearranjo das vias de percepção e processamento da dor. Além disso, métodos de meditação e respiração contribuem para a redução da percepção da dor e diminuição de catastrofização associado à dor. Ademais, a neuromodulação não invasiva com estimulação magnética transcraniana pode ser empregada com o intuito de promover mudanças no córtex cingulado anterior. (KIM, 2025; DE RIDDER, ADHIA & VANNESTE, 2021).

## **CONCLUSÃO**

A dor é um fenômeno extremamente complexo que resulta da interação de múltiplos sistemas biológicos, psicológicos e sociais. Não é

apenas uma resposta simples a estímulos nocivos, mas reflete um processo dinâmico de percepção, regulação e memória envolvendo uma rede complexa de estruturas cerebrais, como o tálamo, o córtex somatossensorial e a ínsula.

A compreensão moderna da dor sugere que o processamento da dor é fortemente influenciado não apenas por vias neurais específicas, mas também por fatores emocionais e cognitivos. Nesse sentido, aspectos como ansiedade, expectativas e experiências anteriores podem exacerbar ou amenizar sentimentos de angústia, tornando o tratamento clínico um verdadeiro desafio. Por sua vez, a neuroplasticidade, embora essencial para a adaptação, em condições patológicas perpetua a dor crônica ao alterar persistentemente os circuitos de processamento sensorial.

Estudos baseados em neuroimagem fornecem fortes evidências de que a dor crônica remodela o cérebro, consolidando alterações funcionais que dificultam o controle dos sintomas apenas com terapias convencionais. Portanto, a prática clínica atual requer intervenções que vão além do uso de medicamentos e incorporem estratégias que atuem na regulação emocional e cognitiva da dor, como educação em neurociência da dor e técnicas de neuromodulação.

Portanto, dada a complexidade da dor, torna-se evidente a necessidade de uma abordagem interdisciplinar e personalizada. Reconhecer a dor como um fenômeno que transcende o puramente físico é fundamental para desenvolver tratamentos mais eficazes que não apenas aliviem o sofrimento, mas também restaurem a função e melhorem a qualidade de vida dos indivíduos afetados.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AFRIDI, B.; KHAN, H.; AKKOL, E. K. Pain perception and management: Where are we standing. *Current Molecular Pharmacology*, v. 13, n. 5, 11 jun. 2020.

DE RIDDER, D.; ADHIA, D.; VANNESTE, S. The Anatomy of Pain and Suffering in the Brain and Its Clinical Implications. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, v. 130, n. 130, p. 125–146, nov. 2021.

ESPAÑA, J. C.; YASODA-MOHAN, A.; VANNESTE, S. The Locus Coeruleus in Chronic Pain. *International journal of molecular sciences*, v. 25, n. 16, p. 8636, ago. 2024.

FERRARO, S. *et al.* Dysregulated anterior insula reactivity as robust functional biomarker for chronic pain—Meta-analytic evidence from neuroimaging studies. *Human brain mapping*, v. 43, n. 3, p. 998–1010, 3 nov. 2021.

GUO, F. *et al.* Dissecting the Neural Circuitry for Pain Modulation and Chronic Pain: Insights from Optogenetics. *Neuroscience Bulletin*, 5 mar. 2022.

GUVEN KOSE, S. *et al.* Chronic Pain: An Update of Clinical Practices and Advances in Chronic Pain Management. *The Eurasian Journal of Medicine*, v. 54, n. Suppl, p. S57–S61, 18 jan. 2023.

HIRAGA, S. *et al.* Neuroplasticity related to chronic pain and its modulation by microglia. *Inflammation and Regeneration*, v. 42, n. 1, 3 maio 2022.

JAFFAL, S. M. Neuroplasticity in chronic pain: insights into diagnosis and treatment. *The Korean journal of pain*, v. 38, n. 2, p. 89–102, jan. 2025.

KANDEL, Eric R.; KOESTER, John D.; MACK, Sarah H.; *et al.* *Princípios de Neurociências*. 6. ed. Porto Alegre: AMGH, 2023. E-book. p.438. ISBN 9786558040255.

KIM, H. Neuroscience-based approaches in chronic pain management: integration of mind-body interventions in rehabilitation. *Exploration of Medicine*, 18 fev. 2025.

KUNER, R.; KUNER, T. Cellular Circuits in the Brain and Their Modulation in Acute and Chronic Pain. *Physiological Reviews*, v. 101, n. 1, p. 213–258, 1 jan. 2021.

LUIZA, M. *et al.* Percepções Da Dor: Uma Análise Multidimensional Das Perspectivas Fisiológicas, Psicológicas E Sociais. *Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences*, v. 7, n. 2, p. 146–168, 2 fev. 2025.

MERCER LINDSAY, N. *et al.* Brain circuits for pain and its treatment. *Science Translational Medicine*, v. 13, n. 619, 10 nov. 2021.

MERCER, N. M. *et al.* Brain circuits for pain and its treatment. *Science Translational Medicine*, v. 13, n. 619, eabj7360, 2021.

OLIVEIRA, L. F. DE *et al.* Transformação neuroquímica do cérebro pela aceitação da dor emocional. *COGNITIONIS Scientific Journal*, v. 8, n. 1, p. e620, 11 abr. 2025.

OLIVEIRA, P.; AUXILIATRICE CANESCHI BADARÓ. Aspectos Psicológicos Da Dor Crônica: Um Olhar Da Terapia Cognitivo-Comportamental. *Cadernos De Psicologia*, v. 6, n. 11, 2024.

PAULO *et al.* The Endogenous Pain Modulatory System as a Healing Mechanism: A Proposal on How to Measure and Modulate It. *Neurosciencei*, v. 5, n. 3, p. 230–243, 7 jul. 2024.

RAJA, S. N. *et al.* The revised International Association for the Study of Pain definition of pain: concepts, challenges, and compromises. *Pain*, v. 161, n. 9, 5 ago. 2020.

RAJA, S. N. *et al.* The revised International Association for the Study of Pain definition of pain: concepts, challenges, and compromises. *Pain*, v. 161, n. 9, 5 ago. 2020.

SONG, Q. *et al.* Neuroplasticity in the transition from acute to chronic pain. *Neurotherapeutics*, v. 21, n. 6, p. e00464–e00464, 1 out. 2024.

SOUZA, L.; PEREIRA, C. Pain Processing in the Human Nervous System: A Selective Review of Nociceptive and Biobehavioral Pathways. *PubMed*, 2020.

STANISIC, N. *et al.* Pain's Adverse Impact on Training-Induced Performance and Neuroplasticity: A Systematic Review. *Brain Imaging and Behavior*, 18 mar. 2022.

TANIK, F.; OZER KAYA, D. Relationships Between Function, Pain Severity and Psychological and Cognitive Levels in People With Chronic Neck Pain: Cross-Sectional Study. *Pain Management Nursing*, jul. 2024.

TAO, X. *et al.* Neuromodulation, Specialized Proresolving Mediators, and Resolution of Pain. *Neurotherapeutics: The Journal of the American Society for Experimental NeuroTherapeutics*, v. 17, n. 3, p. 886–899, 1 jul. 2020.

XU, Z. *et al.* Neuroimaging-based evidence for sympathetic correlation between brain activity and peripheral vasomotion during pain anticipation. *Scientific Reports*, v. 14, n. 1, 9 fev. 2024.