

# Os impactos que a dopamina causa no desenvolvimento cognitivo humano: uma mini revisão integrativa

João Vítor Siqueira Afonso Borges<sup>1</sup>; Eduardo Rock Soares da Silva Rodrigues<sup>1</sup>; Caio Araújo Esper<sup>1</sup>; Rômulo de Moraes Filho<sup>1</sup>; João Pedro Fernandes Rezende<sup>1</sup>; Jalsi Tacon Arruda<sup>2</sup>

1. Discente do curso de Medicina da Universidade Evangélica de Goiás - UniEVANGÉLICA.
2. Docente do curso de Medicina da Universidade Evangélica de Goiás - UniEVANGÉLICA.

**RESUMO:** A dopamina é um neurotransmissor essencial para a cognição, impactando positivamente em diversos aspectos como memória, velocidade psicomotora, atenção e até mesmo na aprendizagem. Ela desempenha funções indispensáveis no cérebro humano, incluindo funções relacionadas à motivação, recompensa e codificação de informações na memória. Nessa perspectiva, a presente análise é uma mini revisão integrativa de literatura que tem como objetivo descrever os possíveis efeitos que a dopamina provoca no desenvolvimento cognitivo humano, sendo eles positivos ou negativos. Foram utilizados oito artigos obtidos nas bases de dados da PUBMED e SciELO, encontrados utilizando os descritores: dopamina, neuromodulação, cognição e adultos jovens, utilizando o operador booleano AND. Constatou-se que a dopamina exerce predominantemente um papel positivo no cérebro humano de forma que a redução dos receptores D1 e D2 da dopamina, com o avanço da idade, tem impacto na capacidade cognitiva em humanos idosos, incluindo memória, controle cognitivo e velocidade psicomotora. Dessa forma, a dopamina possui um papel crucial no desenvolvimento inicial e na vida adulta, podendo afetar a impulsividade e a agressividade em humanos. Além disso, foi observada a relação entre o mau funcionamento da dopamina no cérebro e a ocorrência de doenças como Parkinson e esquizofrenia. Das análises sobre os impactos da dopamina na cognição, os melhores resultados foram obtidos especificando principalmente a quantidade, sendo que o bloqueio e o excesso de dopamina afetaram a cognição, aumentando a impulsividade e a tendência a vícios.

**Palavras-chave:** desenvolvimento cognitivo. efeitos da dopamina. humanos

## INTRODUÇÃO

A dopamina é um neurotransmissor importantíssimo no sistema nervoso central (SNC) que desempenha papéis fundamentais em uma variedade de funções fisiológicas e comportamentais. Essa substância é sintetizada a partir de um aminoácido conhecido como tirosina e atua em diversas regiões do cérebro, como por exemplo o córtex pré-frontal, córtex estriado e o sistema límbico<sup>1</sup>.

As importâncias dessa molécula são muito vastas e abrangem desde a regulação do movimento e do humor até na modulação da cognição. Também atua na síntese de sentimentos de recompensa, na memória e na capacidade de aprendizado<sup>1</sup>. Sua disfunção está associada a uma série de condições neuropsiquiátricas, como a própria doença de Parkinson e até mesmo a esquizofrenia. Portanto, compreender o papel da dopamina é essencial para o desenvolvimento de intervenções terapêuticas eficazes na resolução de uma ampla gama de distúrbios neurológicos e psiquiátricos<sup>2-3</sup>.

Com isso em mente, o objetivo dessa mini revisão integrativa é descrever os possíveis efeitos que a dopamina provoca no desenvolvimento cognitivo humano, sendo eles positivos ou negativos.

## **METODOLOGIA**

A presente mini revisão integrativa de literatura buscou responder à questão norteadora: Quais são os efeitos da dopamina em adultos jovens? Os artigos foram buscados na base de dados da PubMed e SciELO utilizando os descritores: dopamina, neuromodulação, cognição e adultos jovens, utilizando entre eles o booleano AND. Foram encontrados 3263 artigos publicados a partir de 2018. Os critérios de inclusão utilizados foram artigos originais publicados nos últimos 15 anos e de preferência em inglês. Dos 3263 artigos, foram escolhidos 12 baseando-se na leitura do título e do resumo. Posteriormente, foram excluídos 3 artigos que não relacionavam diretamente com a cognição do indivíduo, mas somente com dopamina e 1 se tratava de uma revisão e não um artigo, restando, assim, 8 artigos que foram incluídos na revisão.

## **RESULTADOS**

Nesta mini revisão integrativa será apresentado um panorama geral sobre os resultados obtidos em relação às leituras dos 8 artigos escolhidos buscando responder à pergunta norteadora apresentada. De maneira geral a dopamina exerce seu papel de forma positiva no cérebro humano, porém, se houver descargas excessivas, por ser considerada o hormônio do prazer, pode trazer vícios e, conseqüentemente, ser prejudicial.

De acordo com Juarez *et al.*, a quantidade de receptores D1 e D2 (dopaminérgicos) diminui com a idade, o que explicaria a redução da capacidade cognitiva de muitos idosos, visto que a dopamina implica diretamente na cognição humana, principalmente em aspectos como a memória episódica e de trabalho, controle cognitivo e velocidade psicomotora<sup>3</sup>. Ademais, para Soltani, Noudoost e Moore, a do-

pamina influência na atividade dos neurônios do campo visual frontal, causando a seleção de alvos sacádicos, ou seja, provoca movimentos oculares rápidos para permitir a absorção de informações durante a leitura, o que é essencial para a cognição humana, pois nos permite explorar o ambiente, coletar informações, manter o foco e tomar decisões. Com isso, percebe-se que essa substância está intimamente relacionada à atenção, memória de trabalho, planejamento e outros processos cognitivos importantes. Ainda sobre os efeitos da dopamina na seleção sacádica, Soltani, Noudoost e Moore afirmam que o bloqueio dos receptores de dopamina D1 (D1Rs) aumentou a probabilidade de escolher um novo alvo, mas diminuiu a tendência de repetir escolhas anteriores, enquanto a estimulação dos receptores de dopamina D2 (D2Rs) também aumentou a probabilidade de escolher um novo alvo, mas aumentou a tendência de repetir escolhas anteriores<sup>4</sup>.

Além disso, segundo Karalija *et al.*, o importante efeito desse neurotransmissor pode ser evidenciado pelo fato de que doenças que afetam a cognição humana, como Parkinson (DP) e esquizofrenia têm sido caracterizadas por mau funcionamento da dopamina no cérebro, e, por isso são mais frequentes em idosos, pois conforme Juarez *et al.*, no envelhecimento diminui-se a carga HSB, conseqüentemente a substância cinzenta do cérebro tem sua extensão diminuída, que é justamente onde se encontra receptores dopamínicos<sup>2-3</sup>. Já com base em Suri *et al.*, o estudo foi direcionado pra outra faixa etária, os adolescentes, o que comprova que o papel desse neurotransmissor é crucial desde as primeiras fases de desenvolvimento humano até o fim da vida. De acordo com seus estudos, o bloqueio de transportadores dopamínicos durante as primeiras fases de desenvolvimento, pode demonstrar efeitos negativos futuros o aspecto cognitivo, como aumento da impulsividade e agressão na vida adulta. Logo, essa ausência de dopamina poderia ser uma das possíveis origens para esses problemas que se desenvolvem posteriormente no indivíduo<sup>5</sup>.

Por fim, de acordo com Lee *et al.*, sabe-se que a dopamina atua em uma área do cérebro chamada área tegumentar ventral. Assim, essa substância envia sinais para as células cerebrais, induzindo-as a processarem e armazenarem informações relacionadas à associação entre estímulos e recompensas. Conforme os estudos dos autores, nota-se que, mais especificadamente a área de atuação da dopamina é o córtex entorrinal lateral (LEC; do inglês, *lateral entorhinal cortex*) que se localiza no lobo temporal medial. Essa região do SNC é responsável por um papel importante na memória e na aprendizagem. Dessa forma, quando há uma inibição da dopamina nesse lugar, a capacidade das células da região do LEC de agir na retenção de informações e em adquirir novos conhecimentos mostra-se diminuída, sugerindo o quão importante esse neurotransmissor é em relação a essas duas funções<sup>1</sup>.

## DISCUSSÃO

Diante dos resultados observados, nota-se que a dopamina é um neurotransmissor extremamente importante na cognição e que implica positivamente em grande parte dos casos no sentido de

melhorá-la através de diversas formas, como: melhora episódica, velocidade psicomotora, manter a atenção, processamento de informações e até na aprendizagem.

De forma geral, a literatura concorda com os resultados obtidos e serviu para ratificá-los. Um exemplo seria o estudo realizado por Hauser *et al.*, o qual diz que a dopamina é um neurotransmissor conhecido por desempenhar diversos papéis no cérebro, incluindo funções relacionadas à motivação em realizar ações dopaminérgicas, recompensa e aprendizado. Segundo suas pesquisas, ela também demonstra um importante impacto na memória, visto que a dopamina está associada à geração e retenção de informações importantes para o organismo. Em seu texto é mencionada a seletividade de memória relacionada ao ganho neural, ou seja, a dopamina pode influenciar quais informações são preferencialmente codificadas e armazenadas na memória, fornecendo informações importantes sobre os mecanismos do sistema nervoso relacionados à memória episódica e também sobre como os neurotransmissores podem modular esse processo de forma específica<sup>6-14</sup>.

Nesse cenário, conforme Howes e Shatalina outros benefícios dos neurotransmissores dopaminérgicos foram retratados, mas dessa vez ligados a uma doença. Com base em seus estudos, quando há muitas conexões perdidas no cérebro, uma disfunção dopaminérgica pode ser estabelecida, causando sintomas psicóticos e doenças como a própria esquizofrenia, o que reflete uma possível relação da ausência desse neurotransmissor com o surgimento da patologia<sup>7-2-3-5</sup>. Assim, é notada a devida importância desse estudo, o qual reforça e amplifica os resultados encontrados nos anteriores artigos.

Porém, é importante ressaltar que mesmo diante de tantos efeitos positivos, a dopamina pode gerar alguns malefícios. Isso se comprova, pois segundo Willians e Potenza a dopamina desempenha um papel interligado aos transtornos do controle dos impulsos (TCIs), como o jogo patológico (JP) e outros comportamentos impulsivos, ou seja, a pessoa pode encontrar dificuldade em renunciar a estímulos dopaminérgicos mesmo que eles coloquem sua vida em risco. De acordo com estudos pré-clínicos realizados pelos autores, há uma associação entre a neuromodulação das monoaminas cerebrais (dopamina) e a tomada de decisões impulsivas, assim como comportamentos de risco, o que mostra alguns traços negativos desse neurotransmissor. A desregulação da neurotransmissão dopaminérgica tem sido associada à fisiopatologia do JP e de outros TCIs. Algumas pesquisas têm destacado a importância de diversos sistemas de neurotransmissores, incluindo o serotoninérgico, adrenérgico e opioide, além do dopaminérgico, na manifestação desses transtornos. De acordo com alguns estudos de neuroimagem, algumas regiões cerebrais, como o córtex pré-frontal, o ventromedial e o estriato ventral (regiões onde a dopamina atua), têm sido identificadas como atuantes na fisiopatologia dos TCIs, incluindo o JP<sup>8</sup>.

Entretanto, observa-se diversas limitações nesse estudo de problemas de controle de impulsos da dopamina. De forma geral, as limitações se aplicam nos métodos e nos resultados da pesquisa, uma vez que foi abordado os transtornos e impulsos, como JP e TCI, mas, infelizmente não há informações sobre como resolver essas problemáticas abordadas. Porém, ainda assim, os autores se demonstram

otimistas, vista aos avanços tecnológicos da ciência, sobre o surgimento de novos estudos que contemplem essas resoluções.

## CONCLUSÃO

Diante dos resultados observados, fica evidente que a dopamina desempenha um papel crucial na cognição, influenciando positivamente uma série de processos mentais, como memória, atenção, processamento de informações e aprendizagem, mas que em algumas exceções pode gerar efeitos negativos. Olhando para maior parte das informações adquiridas, a dopamina tem uma função essencial e muito positiva na cognição, atuando desde a adolescência até à terceira idade. Os estudos abordados destacam a participação da dopamina na codificação e retenção de informações importantes para o organismo, demonstrando o seu importante papel na memória e aprendizado da pessoa. Ademais, pesquisas trouxeram que disfunções associadas à dopamina, mais comuns em idosos, tornaria os indivíduos a serem mais propícios a desenvolverem doenças como Parkinson e esquizofrenia, também mais comuns em idosos, ressaltando que, de alguma maneira, essa substância evitaria o surgimento dessas patologias.

Entretanto, é necessário considerar que o desequilíbrio na atividade dopaminérgica pode levar a malefícios que se relacionam com a falta de controle causado pela grande quantidade de conexões perdidas no cérebro sobre a dopamina a sintomas psicóticos. Além disso, destaca-se outros pontos negativos de seu excesso, que são os transtornos do controle dos impulsos, como o jogo patológico, ou seja, mesmo que haja um risco para o indivíduo, ele encontra-se com dificuldade em renunciar a determinados estímulos dopaminérgicos.

Dessa forma, a dopamina continua sendo um tema de grande interesse e relevância para a pesquisa neurocientífica, tanto pelos seus benefícios quanto pelos seus potenciais riscos.

## REFERÊNCIAS

<sup>1</sup>LEE, Jason Y *et al.* “Dopamine facilitates associative memory encoding in the entorhinal cortex.” **Nature** vol. 598,7880 (2021): 321-326. doi:10.1038/s41586-021-03948-8. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8744500/>. Acesso em: 10 abril 2024

<sup>2</sup>KARALIJA, Nina *et al.* “Cardiovascular factors are related to dopamine integrity and cognition in aging.” **Annals of clinical and translational neurology** vol. 6,11 (2019): 2291-2303. doi:10.1002/acn3.50927. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31663685/>. Acesso em: 10 abril 2024

<sup>3</sup>JUAREZ, Eric J *et al.* “Reproducibility of the correlative triad among aging, dopamine receptor availability, and cognition.” **Psychology and aging** vol. 34,7 (2019): 921-932. doi:10.1037/pag0000403. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6829049/>. Acesso em: 15 de abril 2024

<sup>4</sup>SOLTANI, Alireza.; NOUDOOST Behrad.; MOORE Tirin. “Dissociable dopaminergic control of saccadic target selection and its implications for reward modulation.” **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America** vol. 110,9 (2013): 3579-84. doi:10.1073/pnas.1221236110. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3587234/>. Acesso em: 15 de abril 2024

<sup>5</sup>SURI, Deepika *et al.* “Dopamine transporter blockade during adolescence increases adult dopamine function, impulsivity, and aggression.” **Molecular psychiatry** vol. 28,8 (2023): 3512-3523. doi:10.1038/s41380-023-02194-w. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10618097/>. Acesso em: 15 de abril de 2024

<sup>6</sup>HAUSER, Tobias U *et al.* “Distinct Roles of Dopamine and Noradrenaline in Incidental Memory.” **The Journal of neuroscience: the official journal of the Society for Neuroscience** vol. 39,39 (2019): 7715-7721. doi:10.1523/JNEUROSCI.0401-19.2019. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6764200/>. Acesso em: 21 abril 2024

<sup>7</sup>HOWES, Oliver D.; SHATALINA, Ekaterina. “Integrating the Neurodevelopmental and Dopamine Hypotheses of Schizophrenia and the Role of Cortical Excitation-Inhibition Balance.” **Biological psychiatry** vol. 92,6 (2022): 501-513. doi:10.1016/j.biopsych.2022.06.017. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36008036/>. Acesso em: 21 de abril 2024

<sup>8</sup>POTENZA, Marc N.; WILLIAMS Wendol A. “Neurobiologia dos transtornos do controle dos impulsos” **Brazilian Journal of Psychiatry** (2008). <https://doi.org/10.1590/S1516-44462008005000003> Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbp/a/tcnP4wwbLFqGRY3P3hjnnpnk/abstract/?lang=pt#>. Acesso em: 21 de abril de 2024