www.revistaft.com.br

Revista FT | ISSN 1678-0817 | v. 30, n. 164, 2026 | DOI: 10.69849/chqcaq73

Neuromodulação cerebral não invasiva em indivíduos com transtorno do espectro autista: revisão integrativa

Non-invasive brain stimulation in individuals with autism spectrum disorder: an integrative review

Karla Denise Barros Ribeiro Vasques[1]
Agnes Rebeca Bezerra Moreira[2]
Anne Karollyne Tavares de Aquino[3]
Isabela Linhares Coutinho[4]
Maria Eduarda Silva Silton[5]
Rayca Teles Braga Emidio de Brito[6]

RESUMO

Introdução: O Transtorno do Espectro Autista (TEA) é uma condição do neurodesenvolvimento caracterizada por alterações na comunicação e interação social e por padrões restritos e repetitivos de comportamento. A neuromodulação cerebral não invasiva tem sido investigada como estratégia terapêutica complementar, embora persistam incertezas quanto à sua eficácia e segurança. Objetivo: Analisar as evidências científicas sobre os efeitos da neuromodulação cerebral não invasiva em indivíduos com TEA. Método**:** Revisão integrativa da literatura, realizada a partir de publicações científicas de 2019 a 2026. Foram identificados 31 registros, dos quais 14 estudos primários atenderam aos critérios de elegibilidade e compuseram a síntese final. Resultados: Os estudos investigaram diferentes modalidades de neuromodulação, incluindo estimulação transcraniana por corrente contínua (tDCS), estimulação transcraniana por corrente alternada (tACS) e estimulação theta-burst (TBS). Foram identificados resultados favoráveis em determinados indicadores de comunicação e cognição social, teoria da mente, reconhecimento de emoções, regulação emocional e manifestações comportamentais. Entretanto, alguns estudos não demonstraram melhorias estatisticamente significativas em desfechos sociais e motores. Observou-se heterogeneidade quanto aos protocolos, às características dos participantes e aos instrumentos de avaliação. Conclusão: A neuromodulação cerebral não invasiva apresenta potencial como estratégia complementar no TEA, porém as evidências disponíveis ainda são insuficientes para estabelecer sua eficácia clínica. São necessários estudos com maior rigor metodológico,

[1]Centro Universitário Dr Leão Sampaio
[2]Centro Universitário Dr Leão Sampaio
[3]Centro Universitário Dr Leão Sampaio
[4]Centro Universitário Dr Leão Sampaio
[5]Centro Universitário Dr Leão Sampaio
[6]Centro Universitário Dr Leão Sampaio

protocolos padronizados e acompanhamento longitudinal para esclarecer a segurança e a persistência dos efeitos.

Palavras-chave: Transtorno do Espectro Autista; Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua; Neuromodulação; Revisão Integrativa.

ABSTRACT

Introduction: Autism Spectrum Disorder (ASD) is a neurodevelopmental condition characterized by differences in social communication and interaction, as well as restricted and repetitive patterns of behavior. Non-invasive brain stimulation has been investigated as a complementary therapeutic approach, although uncertainties remain regarding its efficacy and safety. Objective: To analyze scientific evidence on the effects of non-invasive brain stimulation in individuals with ASD. Methods: An integrative literature review was conducted using scientific publications from 2019 to 2026. A total of 31 records were identified, of which 14 primary studies met the eligibility criteria and were included in the final synthesis. Results: The studies investigated different neuromodulation modalities, including transcranial direct current stimulation (tDCS), transcranial alternating current stimulation (tACS), and theta-burst stimulation (TBS). Favorable findings were reported for certain measures of social communication and cognition, theory of mind, emotion recognition, emotional regulation, and behavioral manifestations. However, some studies did not demonstrate statistically significant improvements in social and motor outcomes. Considerable heterogeneity was observed in stimulation protocols, participant characteristics, and assessment instruments. Conclusion: Non-invasive brain stimulation shows potential as a complementary intervention for individuals with ASD; however, current evidence remains insufficient to establish its clinical efficacy. Further methodologically rigorous studies with standardized protocols and longitudinal follow-up are needed to clarify the safety and persistence of its effects.

Keywords: Autism Spectrum Disorder; Transcranial Direct Current Stimulation; Neuromodulation; Integrative Review.

INTRODUÇÃO

O Transtorno do Espectro Autista (TEA) constitui uma condição do neurodesenvolvimento caracterizada por diferenças persistentes na comunicação e na interação social, associadas a padrões restritos e repetitivos de comportamentos, interesses e atividades. Suas manifestações apresentam ampla heterogeneidade clínica, envolvendo diferentes perfis cognitivos, linguísticos, comportamentais e sensoriais, com repercussões variáveis sobre a autonomia, as relações interpessoais e a participação nos contextos familiar, escolar e comunitário. Essa diversidade evidencia a necessidade de abordagens terapêuticas individualizadas, fundamentadas nas características e necessidades de suporte de cada indivíduo (AMERICAN PSYCHIATRIC ASSOCIATION, 2022; WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2022).

Entre os domínios frequentemente investigados no TEA, destacam-se a comunicação e a cognição social, que compreendem habilidades relacionadas à reciprocidade socioemocional, ao reconhecimento de emoções, à interpretação de expressões faciais e gestos e à compreensão de intenções e perspectivas de outras pessoas. Nesse contexto, a teoria da mente, entendida como a capacidade de atribuir estados mentais a si e aos outros, representa um importante componente da cognição social. As particularidades apresentadas nesses domínios podem influenciar a qualidade das interações sociais e o desenvolvimento de habilidades adaptativas, demandando estratégias de acompanhamento que considerem a singularidade dos indivíduos e suas necessidades funcionais (SALEHINEJAD et al., 2021; ZEMESTANI et al., 2022).

O acompanhamento de pessoas com TEA fundamenta-se em uma abordagem multiprofissional e interdisciplinar, envolvendo intervenções comportamentais, psicológicas, educacionais, fonoaudiológicas, ocupacionais e familiares, direcionadas ao desenvolvimento de habilidades, à promoção da autonomia e à participação social. Entretanto, a variabilidade das respostas terapêuticas e a persistência de determinadas dificuldades cognitivas, comportamentais e comunicacionais têm estimulado investigações sobre intervenções complementares que possam contribuir para o cuidado individualizado. Entre essas possibilidades, destacam-se as técnicas de neuromodulação cerebral não invasiva, investigadas por sua capacidade de modificar a excitabilidade cortical e influenciar a atividade de redes neurais envolvidas em diferentes funções neurocognitivas (GARCÍA-GONZÁLEZ et al., 2022).

A neuromodulação não invasiva compreende diferentes modalidades de estimulação cerebral, entre as quais se destacam a estimulação transcraniana por corrente contínua (ETCC/tDCS), a estimulação transcraniana por corrente alternada (tACS) e a estimulação magnética transcraniana, incluindo protocolos de estimulação theta-burst (TBS/iTBS). Essas técnicas apresentam mecanismos e parâmetros específicos, mas compartilham o propósito de modular a atividade de circuitos neurais relacionados a funções cognitivas, emocionais e comportamentais. No contexto do TEA, têm sido investigadas como estratégias complementares, sem finalidade curativa ou substitutiva das intervenções terapêuticas estabelecidas (GARCÍA-GONZÁLEZ et al., 2022; LUCKHARDT et al., 2025).

Entre essas modalidades, a ETCC tem recebido atenção na literatura científica por utilizar correntes elétricas de baixa intensidade, aplicadas por eletrodos posicionados sobre o couro

cabeludo, com o objetivo de modular a excitabilidade cortical. Seus efeitos dependem de fatores como intensidade e polaridade da corrente, duração e número de sessões, posicionamento dos eletrodos, região cerebral estimulada e características individuais dos participantes. Estudos têm investigado especialmente a estimulação de regiões pré-frontais e temporoparietais, considerando sua participação em processos relacionados à comunicação social, à teoria da mente, à regulação emocional e às funções executivas (SALEHINEJAD et al., 2021; GARCÍA-GONZÁLEZ et al., 2022).

Investigações clínicas têm apresentado resultados preliminares sobre os possíveis efeitos dessas intervenções em indivíduos com TEA. Salehinejad et al. (2021) avaliaram a estimulação do córtex pré-frontal ventromedial e da junção temporoparietal direita em tarefas relacionadas à teoria da mente, enquanto Zemestani et al. (2022) investigaram os efeitos da estimulação pré-frontal sobre a cognição social, a regulação emocional e aspectos comportamentais. Esses estudos contribuem para a compreensão das possibilidades da neuromodulação em domínios específicos do funcionamento neurocognitivo, embora seus achados ainda não permitam estabelecer conclusões definitivas sobre a eficácia clínica das intervenções.

Apesar dos avanços nas investigações, a utilização da neuromodulação não invasiva no TEA permanece cercada de incertezas científicas e metodológicas. A literatura apresenta heterogeneidade quanto às modalidades de estimulação, aos parâmetros empregados, às regiões cerebrais selecionadas, às características dos participantes e aos instrumentos utilizados para mensuração dos desfechos. Além disso, o número reduzido de participantes em diferentes estudos, a diversidade dos delineamentos e a insuficiência de acompanhamento longitudinal dificultam a comparação dos resultados, a identificação dos protocolos mais adequados e a determinação da segurança e da persistência dos possíveis efeitos terapêuticos (GARCÍA-GONZÁLEZ et al., 2022).

Diante dessas lacunas, justifica-se a realização de uma revisão integrativa da literatura que reúna e analise criticamente as evidências científicas sobre a neuromodulação não invasiva como estratégia terapêutica complementar em indivíduos com TEA. A relevância da investigação reside na necessidade de compreender não apenas os resultados relacionados às funções cognitivas, comportamentais e sociais, mas também as diferenças entre as modalidades de estimulação, a consistência dos efeitos observados e suas possíveis repercussões funcionais. Essa análise torna-se particularmente importante porque melhorias

identificadas em testes neuropsicológicos ou escalas clínicas não representam, necessariamente, benefícios sustentados nas atividades cotidianas e nas interações sociais. Assim, a sistematização das evidências poderá contribuir para identificar potencialidades, limitações e lacunas do conhecimento, subsidiando futuras investigações e a avaliação crítica da aplicabilidade clínica dessas intervenções.

Dessa forma, esta revisão integrativa tem como objetivo analisar as evidências científicas disponíveis sobre a utilização da neuromodulação não invasiva como estratégia terapêutica complementar em indivíduos com Transtorno do Espectro Autista, considerando as modalidades e os protocolos de estimulação, os efeitos sobre os domínios cognitivos, comportamentais e sociais, a segurança das intervenções e as limitações metodológicas dos estudos.

MÉTODOS

Trata-se de uma revisão integrativa da literatura, de abordagem qualitativa e caráter descritivo, destinada a sintetizar as evidências científicas sobre a utilização da neuromodulação cerebral não invasiva como estratégia terapêutica complementar em indivíduos com Transtorno do Espectro Autista (TEA). A investigação foi orientada pela questão norteadora: Quais são as evidências científicas sobre os efeitos da neuromodulação cerebral não invasiva nos aspectos cognitivos, comportamentais, motores, comunicacionais e sociais de indivíduos com TEA?

A busca bibliográfica foi realizada no período de agosto a novembro de 2026 nas bases PubMed/MEDLINE e Scientific Electronic Library Online (SciELO), utilizando descritores e termos livres relacionados ao TEA e às técnicas de neuromodulação, combinados pelos operadores booleanos AND e OR. Foram contempladas a estimulação transcraniana por corrente contínua (tDCS), a estimulação transcraniana por corrente contínua de alta definição (HD-tDCS), a estimulação transcraniana por corrente alternada (tACS) e a estimulação theta-burst (TBS/iTBS). As estratégias de busca propostas estão apresentadas no Quadro 1.

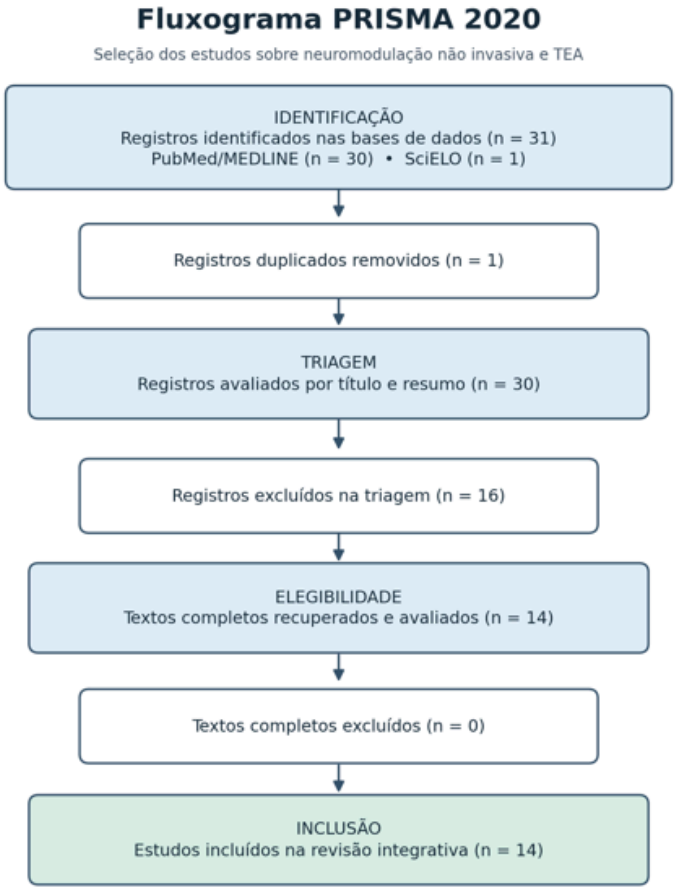
Quadro 1 – Estratégias de busca bibliográfica nas bases de dados

Base de dados	Estratégia de busca
PubMed/MEDLINE	("Autism Spectrum Disorder" OR autism OR ASD) AND ("transcranial direct current stimulation" OR tDCS OR "high-definition transcranial direct current stimulation" OR HD-tDCS OR "transcranial alternating current stimulation" OR tACS OR "theta burst stimulation" OR TBS)
SciELO	("autismo" OR "transtorno do espectro autista" OR autism) AND ("estimulação transcraniana" OR neuromodulação OR tDCS OR tACS OR "theta burst")

Fonte: Elaboração dos autores (2026).

Foram estabelecidos como critérios de inclusão estudos primários publicados entre 2019 e 2026, disponíveis na íntegra, nos idiomas português, inglês ou espanhol, que investigassem intervenções de neuromodulação cerebral não invasiva em indivíduos diagnosticados com TEA. Foram considerados ensaios clínicos randomizados, estudos controlados, estudos-piloto e pesquisas quase-experimentais, com avaliação de desfechos cognitivos, comportamentais, motores, comunicacionais, emocionais e sociais. Foram excluídos estudos com modelos exclusivamente animais, pesquisas sobre outras condições clínicas sem análise específica de indivíduos com TEA, publicações não relacionadas às intervenções investigadas e registros duplicados. Revisões sistemáticas, metanálises, revisões narrativas e comentários científicos foram destinados à fundamentação teórica, não integrando a síntese dos estudos primários.

A busca bibliográfica identificou 31 registros, sendo 30 provenientes da PubMed/MEDLINE e um da SciELO. Após a remoção de uma duplicata, permaneceram 30 publicações para triagem. A análise dos títulos e resumos, fundamentada nos critérios de elegibilidade previamente estabelecidos, resultou na exclusão de 16 registros. Os 14 estudos remanescentes tiveram seus textos completos recuperados e avaliados, atendendo aos critérios de inclusão e compondo a amostra final da revisão integrativa. O processo de identificação, triagem, avaliação da elegibilidade e inclusão foi sistematizado conforme as recomendações do PRISMA 2020, conforme apresentado na Figura 1.



Fonte: Elaboração dos autores (2026), com base no PRISMA 2020.

As informações dos estudos foram organizadas em planilha eletrônica, contemplando autoria, ano de publicação, delineamento metodológico, características dos participantes, modalidade e parâmetros de estimulação, duração das intervenções, instrumentos de avaliação, desfechos e principais resultados. A análise foi conduzida de forma descritiva e interpretativa, mediante leitura crítica e síntese temática das evidências, considerando os efeitos cognitivos, comportamentais, motores, comunicacionais e sociais, bem como a segurança das intervenções. Foram examinadas as diferenças metodológicas e a heterogeneidade dos protocolos, buscando identificar o potencial terapêutico das técnicas, as limitações das evidências disponíveis e as lacunas para futuras investigações.

RESULTADOS

A revisão integrativa contemplou 14 estudos primários publicados entre 2019 e 2026, selecionados após as etapas de identificação, triagem e avaliação da elegibilidade. As

investigações abordaram diferentes modalidades de neuromodulação cerebral não invasiva em indivíduos com Transtorno do Espectro Autista (TEA), com destaque para a estimulação transcraniana por corrente contínua (tDCS), a estimulação transcraniana por corrente contínua de alta definição (HD-tDCS) e a estimulação theta-burst (TBS/iTBS).

Os estudos apresentaram delineamentos metodológicos distintos, incluindo ensaios clínicos randomizados, investigações controladas por estimulação simulada (sham), estudos-piloto e pesquisas quase-experimentais. As intervenções foram direcionadas principalmente a regiões pré-frontais, temporoparietais e motoras, considerando sua participação em processos relacionados à cognição, ao comportamento, à comunicação e à interação social conforme Quadro 2.

Quadro 2 - Caracterização dos estudos incluídos na revisão integrativa

Autor/ano	Estudo (síntese do título)	Delineamento	Modalidade e foco / achado	DOI ou acesso
Zemestani et al. (2022)	tDCS pré-frontal, teoria da mente e regulação emocional	Ensaio clínico randomizado, paralelo, controlado por sham	tDCS | cognição social, teoria da mente e regulação emocional	https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36069668/
Wang et al. (2023)	HD-tDCS na região Cz e funcionamento social	Estudo clínico intervencional	HD-tDCS | funcionamento social; alvo Cz	https://doi.org/10.1002/aur.3018

Salehinejad et al. (2021)	Junção temporoparietal direita e córtex pré-frontal ventromedial na teoria da mente	Estudo randomizado, controlado por sham	tDCS | teoria da mente e cognição social	https://doi.org/10.1002/aur.2538
Hadoush et al. (2020)	Estimulação anódica bilateral pré-frontal e motora	Estudo-piloto intervencional	tDCS | sociabilidade e indicadores comportamentais	https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32149480/
Gao et al. (2026)	Estimulação por corrente alternada a 40 Hz e funcionamento social	Ensaio clínico randomizado, duplo-cego, controlado por sham	HD-tACS (40 Hz) | junção temporoparietal direita; funcionamento social	https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2026.06.007
Qiu et al. (2021)	Estimulação do córtex pré-frontal dorsolateral esquerdo em crianças com TEA	Estudo clínico intervencional	tDCS | manifestações comportamentais e gravidade clínica	https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34257640/
Ni et al. (2021)	Estimulação theta-burst intermitente no sulco temporal superior posterior	Ensaio clínico randomizado, com fase controlada e extensão aberta	iTBS (estimulação magnética) | cognição e processamento social	https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33631943/
Auvichayapat et al. (2023)	Efeitos de longo prazo da tDCS em crianças com TEA	Ensaio clínico randomizado	tDCS | manutenção dos efeitos no acompanhamento	https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36394093/
Ratsapbhayakul et al. (2024)	tDCS anódica e inteligência não verbal	Ensaio clínico randomizado, controlado	tDCS | inteligência não verbal	https://doi.org/10.1111/dmcn.15874
Araujo et al. (2026)	tDCS combinada com treinamento motor neurofuncional	Ensaio clínico randomizado, duplo-cego, controlado por sham	tDCS + treinamento motor | sem benefício adicional significativo nas habilidades motoras globais e finas	https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/42219281/
Tan et al. (2026)	Theta-burst contínua acelerada no córtex motor primário esquerdo	Ensaio clínico randomizado, controlado por sham	cTBS acelerada (estimulação magnética) | córtex motor primário esquerdo	https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/42055586/
Hallajian et al. (2026)	Theta-burst da junção temporoparietal direita e teoria da mente implícita	Estudo experimental	TBS (estimulação magnética) | teoria da mente implícita	https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/40434330/
Luckhardt et al. (2025)	tDCS da junção temporoparietal no TEA	Ensaio fase IIa, randomizado, duplo-cego, controlado por sham	tDCS | segurança/viabilidade; sem melhora significativa na responsividade social	https://doi.org/10.1002/aur.70084

Robinson-Agramonte et al. (2021)	Estimulação cerebral não invasiva, comportamento e biomarcadores séricos	Estudo-piloto intervencional	Neuromodulação não invasiva | comportamento, BDNF e IGF-1	https://doi.org/10.1002/ddr.21808

A análise dos estudos incluídos na revisão integrativa permitiu sistematizar os achados em quatro eixos temáticos: (1) comunicação e cognição social; (2) funções cognitivas e regulação emocional; (3) manifestações comportamentais e habilidades motoras; e (4) protocolos de estimulação, segurança e duração dos efeitos. Essa organização possibilitou identificar os principais resultados das diferentes modalidades de neuromodulação cerebral não invasiva em indivíduos com Transtorno do Espectro Autista (TEA), considerando os desfechos investigados e as particularidades das intervenções.

Efeitos sobre a comunicação e a cognição social

Os estudos que investigaram a comunicação e a cognição social apresentaram resultados favoráveis em determinados desfechos relacionados à teoria da mente, ao reconhecimento de emoções, à responsividade social e às habilidades de interação social. As intervenções envolveram predominantemente a estimulação de regiões pré-frontais e temporoparietais, relacionadas ao processamento de informações sociais e emocionais.

Salehinejad et al. (2021) investigaram os efeitos da estimulação transcraniana por corrente contínua (tDCS) aplicada à junção temporo parietal direita e ao córtex pré-frontal ventromedial, identificando possíveis benefícios em tarefas relacionadas à teoria da mente. De maneira semelhante, Zemestani et al. (2022) avaliaram a estimulação pré-frontal e observaram resultados favoráveis em aspectos da cognição social e da regulação emocional. Ampliando as modalidades investigadas, Gao et al. (2026) avaliaram a estimulação transcraniana por corrente alternada de alta definição (HD-tACS), com frequência de 40 Hz, direcionada à junção temporoparietal direita, relatando melhorias em indicadores de funcionamento social de crianças com TEA.

Hadoush et al. (2020), ao investigarem a estimulação anódica bilateral de regiões pré-frontais e motoras em crianças com TEA, relataram melhorias em indicadores comportamentais e de sociabilidade. Entretanto, os resultados não foram uniformes entre as investigações.

Luckhardt et al. (2025), por exemplo, identificaram resultados favoráveis em determinados desfechos, mas não observaram melhora estatisticamente significativa na responsividade social após a estimulação da junção temporoparietal.

Em conjunto, os achados demonstraram resultados distintos quanto aos efeitos da neuromodulação sobre a comunicação e a cognição social, considerando as regiões cerebrais estimuladas, as modalidades de intervenção e os instrumentos utilizados para avaliação dos participantes.

Efeitos sobre as funções cognitivas e a regulação emocional

As funções cognitivas constituíram outro domínio investigado, especialmente em relação à inteligência não verbal, à memória de trabalho, à flexibilidade cognitiva e ao processamento de informações emocionais. As intervenções envolveram principalmente a estimulação de regiões pré-frontais, com diferentes parâmetros de aplicação.

Ratsapbhayakul et al. (2024) investigaram os efeitos da tDCS anódica sobre a inteligência não verbal em indivíduos com TEA, relatando resultados favoráveis após a intervenção. O estudo contribuiu para a investigação dos possíveis efeitos da neuromodulação sobre o desempenho cognitivo, particularmente em habilidades relacionadas ao processamento de informações não verbais.

No domínio da regulação emocional, Zemestani et al. (2022) identificaram resultados favoráveis após a estimulação pré-frontal, incluindo alterações em habilidades relacionadas à compreensão de estados mentais e ao processamento emocional. Esses achados indicaram possíveis efeitos sobre funções cognitivas e emocionais específicas, embora a magnitude e a persistência das alterações tenham variado conforme os protocolos e as características das investigações.

Efeitos sobre as manifestações comportamentais e as habilidades motoras

As manifestações comportamentais também foram investigadas nos estudos selecionados, particularmente em relação aos comportamentos repetitivos, à gravidade das manifestações clínicas e a outros indicadores de funcionamento comportamental.

Qiu et al. (2021) avaliaram a estimulação do córtex pré-frontal dorsolateral esquerdo em crianças com TEA e relataram melhorias em indicadores comportamentais após a intervenção.

Hadoush et al. (2020) também identificaram resultados favoráveis em medidas relacionadas às manifestações clínicas do transtorno, utilizando estimulação anódica bilateral de regiões pré-frontais e motoras.

Em relação às habilidades motoras, as investigações exploraram diferentes regiões corticais envolvidas no planejamento e no controle dos movimentos. Tan et al. (2026) investigaram a estimulação theta-burst contínua acelerada (cTBS), direcionada ao córtex motor primário esquerdo. Essa pesquisa ampliou a investigação das modalidades de neuromodulação e de seus possíveis efeitos sobre diferentes domínios funcionais em indivíduos com TEA.

A associação da tDCS ao treinamento motor neurofuncional foi investigada por Araujo et al. (2026), por meio de um ensaio clínico randomizado, duplo-cego e controlado por estimulação simulada. Entretanto, o estudo não identificou benefícios adicionais estatisticamente significativos nas habilidades motoras globais e finas atribuíveis à associação da estimulação ao treinamento motor.

Dessa forma, os estudos apresentaram resultados favoráveis em determinados indicadores comportamentais, enquanto os efeitos sobre o desempenho motor mostraram-se variáveis, incluindo investigações sem diferenças estatisticamente significativas nos desfechos avaliados.

Protocolos de estimulação, segurança e duração dos efeitos

Os estudos apresentaram heterogeneidade quanto às modalidades de neuromodulação, às regiões cerebrais estimuladas, à intensidade da corrente, à duração das sessões, ao número de aplicações e aos períodos de acompanhamento. Entre as modalidades investigadas, destacaram-se a tDCS convencional, a HD-tDCS, a HD-tACS e a estimulação theta-burst, esta última pertencente às técnicas de estimulação magnética transcraniana.

Hadoush et al. (2020), por exemplo, utilizaram estimulação anódica bilateral com intensidade de 2 mA, duração de 20 minutos por sessão e dez aplicações. Gao et al. (2026) investigaram a HD-tACS na frequência de 40 Hz, direcionada à junção temporoparietal direita, utilizando um protocolo de 21 sessões distribuídas ao longo de sete dias. Outras investigações empregaram diferentes configurações de estimulação, incluindo regiões pré-frontais, temporoparietais e motoras.

Quanto à duração dos efeitos, Auvichayapat et al. (2023) investigaram os resultados da tDCS em crianças com TEA ao longo do acompanhamento, contribuindo para a análise da manutenção das alterações observadas após a intervenção. Entretanto, os estudos apresentaram diferenças quanto aos períodos de avaliação, dificultando a comparação da persistência dos resultados.

Em relação à segurança, as investigações contemplaram aspectos relacionados à tolerabilidade e à viabilidade das intervenções. Luckhardt et al. (2025), ao investigarem a estimulação da junção temporoparietal, apresentaram resultados favoráveis quanto à viabilidade e à segurança do procedimento, embora não tenham identificado benefícios estatisticamente significativos em todos os desfechos avaliados. Gao et al. (2026) também relataram resultados relacionados à tolerabilidade da intervenção, sem registro de eventos adversos graves durante o estudo.

De maneira geral, os achados evidenciaram resultados favoráveis em determinados domínios cognitivos, comportamentais, emocionais e sociais, mas também demonstraram ausência de efeitos estatisticamente significativos em alguns desfechos. A diversidade dos protocolos, das características dos participantes e dos instrumentos de avaliação constituiu um aspecto recorrente entre as investigações, evidenciando a heterogeneidade das evidências disponíveis sobre a neuromodulação cerebral não invasiva em indivíduos com TEA.

DISCUSSÃO

A presente revisão integrativa evidenciou que a neuromodulação cerebral não invasiva tem sido investigada como estratégia terapêutica complementar em indivíduos com Transtorno do Espectro Autista (TEA), apresentando resultados favoráveis em determinados domínios da cognição social, regulação emocional e comportamento. Entretanto, a variabilidade dos efeitos observados, associada à diversidade dos protocolos e dos desfechos avaliados, demonstra que as evidências disponíveis ainda não permitem estabelecer conclusões definitivas sobre a eficácia clínica dessas intervenções. Essa interpretação converge com a revisão sistemática publicada em *Brain and Behavior* (2022), que examinou a estimulação transcraniana por corrente contínua em transtornos do neurodesenvolvimento e destacou limitações relacionadas à heterogeneidade metodológica e à necessidade de investigações mais robustas.

No domínio da comunicação e da cognição social, os achados de Salehinejad et al. (2021) e Zemestani et al. (2022) indicaram possíveis efeitos da estimulação transcraniana por corrente

contínua (tDCS) sobre habilidades relacionadas à teoria da mente, à compreensão de estados mentais e à regulação emocional. Esses resultados são relevantes porque a cognição social envolve processos necessários à interpretação das intenções, emoções e perspectivas de outras pessoas, frequentemente investigados no contexto do TEA. A estimulação de regiões pré-frontais e temporoparietais, portanto, constitui uma abordagem de interesse para compreender a participação dessas estruturas nos processos de interação social. Contudo, melhorias em tarefas experimentais específicas não devem ser interpretadas automaticamente como ganhos generalizados na comunicação cotidiana ou na participação social.

A investigação de Gao et al. (2026), envolvendo estimulação transcraniana por corrente alternada de alta definição (HD-tACS) na frequência de 40 Hz, acrescenta uma perspectiva às intervenções direcionadas ao funcionamento social. Os resultados favoráveis relatados pelos autores ampliam as possibilidades de investigação de diferentes modalidades de neuromodulação. Entretanto, os mecanismos de ação da tACS diferem daqueles relacionados à tDCS, particularmente quanto à aplicação de correntes oscilatórias e à modulação da atividade neural. Assim, a comparação entre essas técnicas exige considerar suas especificidades fisiológicas, os parâmetros empregados e as características das populações investigadas.

Em contrapartida, Luckhardt et al. (2025), ao investigarem a estimulação da junção temporoparietal em indivíduos com TEA, não identificaram melhora estatisticamente significativa na responsividade social, apesar dos resultados relacionados à viabilidade da intervenção. Essa divergência em relação a outros estudos demonstra que a escolha de uma região cerebral associada à cognição social não assegura, isoladamente, benefícios clínicos mensuráveis. Além disso, diferenças na intensidade da estimulação, na duração das sessões, no número de aplicações e nos instrumentos de avaliação podem contribuir para a variabilidade dos resultados. Dessa forma, a interpretação dos achados deve considerar não apenas o local estimulado, mas também a complexidade das redes neurais envolvidas no processamento social.

Em relação às funções cognitivas e à regulação emocional, os estudos de Ratsapbhayakul et al. (2024) e Zemestani et al. (2022) contribuíram para a investigação dos possíveis efeitos da tDCS sobre habilidades específicas. Enquanto o primeiro examinou a inteligência não verbal, o segundo contemplou aspectos da teoria da mente e da regulação emocional. Embora os resultados indiquem possibilidades de modulação de determinados processos cognitivos, a

diversidade dos instrumentos utilizados dificulta a identificação de padrões consistentes de resposta. Além disso, a melhora em um domínio específico não permite inferir benefícios equivalentes em outras funções cognitivas, especialmente diante da heterogeneidade dos perfis neuropsicológicos apresentados por indivíduos com TEA.

No campo das manifestações comportamentais, Qiu et al. (2021) e Hadoush et al. (2020) relataram resultados favoráveis em determinados indicadores clínicos após intervenções com tDCS. Entretanto, esses achados devem ser analisados considerando as diferenças entre os protocolos, as características dos participantes e os instrumentos empregados para mensuração dos comportamentos. A interpretação clínica também requer distinguir alterações estatisticamente significativas em escalas de avaliação de mudanças efetivamente percebidas no cotidiano dos indivíduos e de suas famílias.

Quanto às habilidades motoras, os resultados demonstraram a necessidade de maior cautela na interpretação do potencial terapêutico da neuromodulação. Araujo et al. (2026), ao investigarem a associação da tDCS ao treinamento motor neurofuncional, não identificaram benefícios adicionais estatisticamente significativos nas habilidades motoras globais e finas. Esse resultado é particularmente importante porque evidencia que a combinação de técnicas de estimulação cerebral com intervenções de reabilitação não assegura, necessariamente, efeitos superiores aos obtidos pelas abordagens convencionais. Nesse contexto, a investigação de diferentes regiões corticais e modalidades de estimulação deve ser acompanhada da avaliação de desfechos funcionais que permitam identificar a relevância clínica das possíveis alterações motoras.

As investigações envolvendo estimulação theta-burst também ampliaram o campo de estudo da neuromodulação no TEA. Ni et al. (2021), Hallajian et al. (2026) e Tan et al. (2026) exploraram protocolos de estimulação magnética direcionados a diferentes regiões cerebrais, incluindo áreas temporais, temporoparietais e motoras. Essas pesquisas demonstram a diversidade de alvos e estratégias investigadas, mas seus resultados não devem ser diretamente equiparados aos obtidos com a estimulação elétrica transcraniana. As diferenças entre os mecanismos de ação, a intensidade e a organização temporal dos estímulos representam aspectos importantes para a interpretação dos efeitos observados.

Outro aspecto relevante refere-se à segurança, à tolerabilidade e à persistência dos resultados. Auvichayapat et al. (2023) investigaram os efeitos da tDCS ao longo do acompanhamento,

enquanto Luckhardt et al. (2025) e Gao et al. (2026) apresentaram informações relacionadas à viabilidade e à tolerabilidade das intervenções. Embora esses estudos contribuam para a compreensão da aplicação das técnicas, a ausência de eventos adversos graves em determinadas amostras não permite estabelecer segurança generalizada, especialmente diante das diferenças etárias, clínicas e metodológicas entre as investigações. Da mesma forma, a manutenção dos efeitos após o término da estimulação permanece uma questão relevante, considerando a necessidade de benefícios funcionais sustentados.

A heterogeneidade metodológica constituiu uma das principais características dos estudos analisados. Foram identificadas diferenças quanto às modalidades de estimulação, às regiões cerebrais selecionadas, à intensidade e à duração das intervenções, ao número de sessões e aos instrumentos utilizados para avaliação dos desfechos. A revisão sistemática de 2022 sobre tDCS em transtornos do neurodesenvolvimento também abordou a diversidade dos protocolos e a necessidade de aprimoramento metodológico das investigações. Nesse sentido, a padronização dos procedimentos e a definição de desfechos clinicamente relevantes representam condições importantes para fortalecer a comparabilidade das pesquisas e a consistência das evidências.

Além das diferenças metodológicas, a interpretação dos resultados exige considerar a heterogeneidade clínica do TEA. Conforme a American Psychiatric Association (2022) e a World Health Organization (2022), o transtorno apresenta manifestações e necessidades de suporte variáveis, o que reforça a importância de abordagens individualizadas. Dessa perspectiva, a investigação da neuromodulação deve contemplar características como idade, perfil cognitivo, condições associadas, necessidades de suporte e intervenções concomitantes, de modo a compreender possíveis diferenças de resposta e identificar os grupos que poderiam apresentar benefícios específicos.

Entre as limitações desta revisão, destacam-se a realização da busca em apenas duas bases de dados, o recorte temporal e linguístico e a ausência de uma avaliação formal do risco de viés descrita no método. Essas condições podem ter restringido a identificação de publicações relevantes e reduzido a confiança nas inferências produzidas. Adicionalmente, a heterogeneidade dos estudos incluídos dificultou a comparação direta dos resultados e a identificação de padrões consistentes de resposta às diferentes modalidades de neuromodulação.

Diante dessas considerações, recomenda-se que futuras investigações priorizem ensaios clínicos randomizados, com amostras representativas, descrição detalhada dos protocolos, grupos-controle adequados e períodos de acompanhamento prolongados. Também se destaca a necessidade de incorporar medidas relacionadas à autonomia, à comunicação funcional, à participação social e à qualidade de vida, de modo a verificar se os resultados observados em instrumentos clínicos e experimentais correspondem a benefícios relevantes para os indivíduos com TEA e suas famílias.

Assim, embora a neuromodulação cerebral não invasiva apresente perspectivas de investigação como estratégia complementar, sua aplicação clínica deve ser interpretada com prudência, considerando a insuficiência de evidências consistentes sobre eficácia, segurança e manutenção dos efeitos. O avanço do conhecimento nessa área depende da produção de estudos metodologicamente robustos, capazes de integrar os resultados neurofisiológicos às necessidades funcionais e às particularidades dos indivíduos com TEA.

CONCLUSÃO

A presente revisão integrativa permitiu sintetizar as evidências científicas sobre a utilização da neuromodulação cerebral não invasiva como estratégia terapêutica complementar em indivíduos com Transtorno do Espectro Autista (TEA). Os estudos analisados apresentaram resultados promissores em determinados domínios cognitivos, comportamentais, emocionais e sociais, especialmente na comunicação social, na teoria da mente, no reconhecimento de emoções, na regulação emocional e em indicadores de comportamento. Entre as modalidades investigadas, destacou-se a estimulação transcraniana por corrente contínua (tDCS), além da estimulação transcraniana por corrente alternada (tACS) e da estimulação theta-burst (TBS), evidenciando diferentes possibilidades de intervenção sobre circuitos cerebrais envolvidos nessas funções.

Entretanto, os resultados não foram uniformes entre os estudos, sendo identificados desfechos sem melhorias estatisticamente significativas, particularmente em determinadas habilidades sociais e motoras. A heterogeneidade dos delineamentos metodológicos, das características dos participantes, das regiões cerebrais estimuladas e dos parâmetros de aplicação, associada às diferenças nos instrumentos de avaliação e à escassez de acompanhamento prolongado, limita a comparação dos achados e a determinação da efetividade clínica dessas intervenções.

Dessa forma, embora a neuromodulação cerebral não invasiva apresente potencial como estratégia complementar no acompanhamento de indivíduos com TEA, as evidências disponíveis ainda são insuficientes para recomendar sua utilização rotineira na prática clínica. Sua aplicação deve considerar as particularidades individuais, os critérios de segurança e a avaliação especializada, sem substituir as intervenções terapêuticas estabelecidas.

Conclui-se que são necessárias investigações com maior rigor metodológico, amostras representativas, protocolos padronizados e acompanhamento longitudinal, visando esclarecer a eficácia, a segurança e a manutenção dos efeitos da neuromodulação. Recomenda-se, ainda, priorizar a avaliação de desfechos funcionalmente relevantes, especialmente aqueles relacionados à comunicação, à autonomia, à participação social e à qualidade de vida. O fortalecimento dessas evidências poderá subsidiar futuras decisões clínicas e contribuir para o desenvolvimento de estratégias terapêuticas individualizadas e fundamentadas cientificamente.

REFERÊNCIAS

AMJAD, M. M. et al. Efficacy of transcranial direct current stimulation in children and adolescents with autism spectrum disorder: a systematic review and meta-analysis. Brain Research, v. 1873, artigo 150114, 2026. DOI: https://doi.org/10.1016/j.brainres.2025.150114

AMERICAN PSYCHIATRIC ASSOCIATION. Diagnostic and statistical manual of mental disorders: DSM-5-TR. 5. ed., text rev. Washington, DC: American Psychiatric Association Publishing, 2022.

ARAUJO, M. O. et al. Transcranial direct current stimulation combined with neurofunctional motor training in autistic children: a randomized, sham-controlled, double-blind clinical trial. Journal of Motor Behavior, v. 58, n. 3, p. 377-390, 2026. DOI: https://doi.org/10.1080/00222895.2026.2668719.

AUVICHAYAPAT, P. et al. Long-term effects of transcranial direct current stimulation in the treatment of autism spectrum disorder: a randomized controlled trial. Developmental Medicine & Child Neurology, v. 65, n. 6, p. 811-820, 2023. DOI: https://doi.org/10.1111/dmcn.15457.

CHEN, Y.-C. B. et al. A network meta-analysis of non-invasive brain stimulation interventions for autism spectrum disorder: evidence from randomized controlled trials. Neuroscience & Biobehavioral Reviews, v. 164, artigo 105807, 2024. DOI: https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2024.105807

GAO, B. et al. Transcranial alternating current stimulation at 40 Hz improves social functioning in children with autism spectrum disorder: a randomized clinical trial. Biological

Psychiatry, v. 100, n. 7, p. 736-744, 2026. DOI: https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2026.06.007.

GARCÍA-GONZÁLEZ, S. et al. A systematic review of randomized controlled trials on efficacy and safety of transcranial direct current stimulation in major neurodevelopmental disorders: ADHD, autism, and dyslexia. Brain and Behavior, v. 12, n. 8, e2724, 2022. DOI: https://doi.org/10.1002/brb3.2724.

HADOUSH, H. et al. Therapeutic effects of bilateral anodal transcranial direct current stimulation on prefrontal and motor cortical areas in children with autism spectrum disorders: a pilot study. Autism Research, v. 13, n. 5, p. 828-836, 2020. DOI: https://doi.org/10.1002/aur.2290.

HALLAJIAN, A.-H. et al. Theta-burst stimulation of the right temporoparietal junction and implicit theory of mind in autism. Neuromodulation, v. 29, n. 2, p. 306-315, 2026. DOI: https://doi.org/10.1016/j.neurom.2025.04.005.

HAN, Y. M. Y. et al. Neurophysiological and behavioral effects of multisession prefrontal tDCS and concurrent cognitive remediation training in patients with autism spectrum disorder: a double-blind, randomized controlled fNIRS study. Brain Stimulation, v. 15, n. 2, p. 414-425, 2022. DOI: https://doi.org/10.1016/j.brs.2022.02.004.

LÓPEZ-RODRÍGUEZ, S. et al. Noninvasive brain stimulation for neurodevelopmental disorders: a systematic review. The Journal of Neuropsychiatry and Clinical Neurosciences, v. 37, n. 4, p. 297-312, 2025. DOI: https://doi.org/10.1176/appi.neuropsych.20240127.

LUCKHARDT, C. et al. Transcranial direct current stimulation of the temporoparietal junction in autism spectrum disorder: results of a phase-IIa randomized, double-blind, sham-controlled feasibility study. Autism Research, v. 18, n. 9, p. 1861-1876, 2025. DOI: https://doi.org/10.1002/aur.70084.

NI, H.-C. et al. Intermittent theta burst stimulation over the posterior superior temporal sulcus for children with autism spectrum disorder: a 4-week randomized blinded controlled trial followed by another 4-week open-label intervention. Autism, v. 25, n. 5, p. 1279-1294, 2021. DOI: https://doi.org/10.1177/1362361321990534.

QIU, J. et al. Transcranial direct current stimulation (tDCS) over the left dorsal lateral prefrontal cortex in children with autism spectrum disorder (ASD). Neural Plasticity, v. 2021, artigo 6627507, 2021. DOI: https://doi.org/10.1155/2021/6627507.

RATSAPBHAYAKUL, T. et al. Anodal transcranial direct-current stimulation and non-verbal intelligence in autism spectrum disorder: a randomized controlled trial. Developmental Medicine & Child Neurology, v. 66, n. 9, p. 1244-1254, 2024. DOI: https://doi.org/10.1111/dmcn.15874.

ROBINSON-AGRAMONTE, M. A. et al. Effect of non-invasive brain stimulation on behavior and serum brain-derived neurotrophic factor and insulin-like growth factor-1 levels in autistic patients. Drug Development Research, v. 82, n. 5, p. 716-723, 2021. DOI: https://doi.org/10.1002/ddr.21808.

SALEHINEJAD, M. A. et al. Contribution of the right temporoparietal junction and ventromedial prefrontal cortex to theory of mind in autism: a randomized, sham-controlled tDCS study. Autism Research, v. 14, n. 8, p. 1572-1584, 2021. DOI: https://doi.org/10.1002/aur.2538.

TAN, H. et al. Accelerated continuous theta burst stimulation targeting left primary motor cortex for children with autism spectrum disorder: multicentre randomised sham controlled trial. BMJ, v. 393, e086295, 2026. DOI: https://doi.org/10.1136/bmj-2025-086295.

WANG, Y. et al. High definition transcranial direct current stimulation of the Cz improves social dysfunction in children with autism spectrum disorder: a randomized, sham, controlled study. Autism Research, v. 16, n. 10, p. 2035-2048, 2023. DOI: https://doi.org/10.1002/aur.3018.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. International classification of diseases for mortality and morbidity statistics: ICD-11. Geneva: World Health Organization, 2022. Disponível em: https://icd.who.int/. Acesso em: 11 nov. 2026.

ZEMESTANI, M. et al. The impact of prefrontal transcranial direct current stimulation (tDCS) on theory of mind, emotion regulation and emotional-behavioral functions in children with autism disorder: a randomized, sham-controlled, and parallel-group study. Autism Research, v. 15, n. 10, p. 1985-2003, 2022. DOI: https://doi.org/10.1002/aur.2803