



doi: <http://dx.doi.org/10.7213/psicolargum.43.120.A013>

## **Uso de Neurofeedback em pacientes com Transtornos do Espectro Austista (TEA): Uma revisão integrativa**

*The Use Of Neurofeedback In Patients With Autism Spectrum Disorder (Asd): An  
Integrative Review*

---

Joana D'arc Oliveira De Mendonça  
Faculdade Pernambucana de Saúde (FPS)  
<https://orcid.org/0000-0001-6406-4116>  
[joanadarc.mendonca@hotmail.com](mailto:joanadarc.mendonca@hotmail.com)

Giselly Thallyta Dos Santos  
Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)  
<https://orcid.org/0009-0006-5899-7474>

Letícia Lira Travassos  
Faculdade Pernambucana de Saúde (FPS)  
<https://orcid.org/0009-0001-5873-8177>

### Resumo

O Transtorno do Espectro Autista (TEA) é uma psicopatologia caracterizada por uma gama de sintomas que variam em intensidade, levando a desafios significativos na comunicação social, bem como a comportamentos sensorio-motores que são restritos, repetitivos ou não convencionais, independentemente do contexto de vida do indivíduo afetado. Uma opção terapêutica emergente para o TEA é o neurofeedback, que utiliza o monitoramento das ondas cerebrais para reeducar e regular o funcionamento cerebral por meio de estímulos conscientes direcionados a áreas específicas. Este trabalho realiza uma revisão integrativa do uso do neurofeedback como uma estratégia complementar no tratamento do TEA, fundamentando-se em estudos observacionais e ensaios clínicos controlados. A pesquisa foi realizada em bases de dados como PubMed, Medline, Lilacs e Google Acadêmico, resultando em sete artigos publicados entre 2018 e novembro de 2022. Os resultados indicam que o neurofeedback apresenta resultados promissores em relação aos sintomas típicos do TEA, melhorando habilidades sociais, cognitivas e emocionais, além de reduzir a impulsividade e aprimorar o sistema de recompensas e a tomada de decisão. O neurofeedback tem o potencial de recondicionar o cérebro, restaurando conexões neurais nas áreas afetadas, o que pode levar à melhora dos sintomas e das habilidades. Estudos recentes apontam efeitos benéficos do neurofeedback no manejo dos sintomas típicos do Transtorno do Espectro Autista em diversos contextos, destacando-o como uma abordagem promissora. No entanto, são necessários mais estudos para fornecer dados precisos a longo prazo e resultados mais robustos sobre seus benefícios e limitações.

**Palavras-chave:** *Transtorno do Espectro Autista; Neurofeedback; Tratamento*

### Abstract

*Autism Spectrum Disorder (ASD) is a psychopathology characterized by a range of symptoms that vary in intensity, leading to significant challenges in social communication, as well as restricted, repetitive, or unconventional sensory-motor behaviors, regardless of the individual's life context. An emerging therapeutic option for ASD is neurofeedback, which utilizes brainwave monitoring to reeducate and regulate brain function through conscious stimuli directed at specific areas. This paper presents an integrative review of the use of neurofeedback as a complementary strategy in the treatment of ASD, based on observational studies and controlled clinical trials. The research was conducted in databases such as PubMed, Medline, Lilacs and Google Scholar, resulting in seven articles published between 2018 and November 2022. The findings indicate that neurofeedback shows promising results regarding the typical symptoms of ASD, improving social, cognitive, and emotional skills, as well as reducing impulsivity and enhancing the reward system and decision-making. Neurofeedback has the potential to recondition the brain, restoring neural connections in affected areas, which can lead to symptom and skill improvement. Recent studies indicate beneficial effects of neurofeedback in managing typical symptoms of Autism Spectrum Disorder in various contexts, highlighting it as a promising approach. However, further research is needed to provide accurate long-term data and more robust results regarding its benefits and limitations.*

**Keywords:** *Autism Spectrum Disorder; Neurofeedback; Treatment*

### Resumen

*El Trastorno del Espectro Autista (TEA) es una psicopatología caracterizada por un rango de síntomas que varían en intensidad, lo que conlleva a desafíos significativos en la comunicación social, así como a comportamientos sensoriomotores restringidos, repetitivos o no convencionales, independientemente del contexto de vida del individuo afectado. Una opción terapéutica emergente para el TEA es el neurofeedback, que utiliza el monitoreo de las ondas cerebrales para reeducar y regular el funcionamiento cerebral mediante estímulos conscientes dirigidos a áreas específicas. Este trabajo presenta una revisión integrativa del uso del*

*neurofeedback como una estrategia complementaria en el tratamiento del TEA, fundamentándose en estudios observacionales y ensayos clínicos controlados. La investigación se realizó en bases de datos como PubMed, Medline y Lilacs, resultando en siete artículos publicados entre 2018 y noviembre de 2022. Los resultados indican que el neurofeedback presenta resultados prometedores en relación con los síntomas típicos del TEA, mejorando habilidades sociales, cognitivas y emocionales, además de reducir la impulsividad y mejorar el sistema de recompensas y la toma de decisiones. El neurofeedback tiene el potencial de recondicionar el cerebro, restaurando conexiones neuronales en las áreas afectadas, lo que puede llevar a la mejora de los síntomas y las habilidades. Estudios recientes apuntan efectos beneficiosos del neurofeedback en el manejo de los síntomas típicos del Trastorno del Espectro Autista en diversos contextos, destacándolo como un enfoque prometedor. Sin embargo, se requieren más estudios para proporcionar datos precisos a largo plazo y resultados más robustos sobre sus beneficios y limitaciones.*

**Palabras clave:** *Trastorno del Espectro Autista; Neurofeedback; Tratamiento*

---

## Introdução

O Transtorno do Espectro Autista (TEA) é uma condição do neurodesenvolvimento caracterizada por um conjunto heterogêneo de sintomas que envolvem, predominantemente, déficits persistentes na comunicação e interação social, bem como de padrões restritos, repetitivos ou incomuns de comportamento sensório-motores, inclinações e afazeres (Lord, 2018). Estas manifestações são classificadas mediante um espectro de gravidade, variando de modo a considerar a necessidade de suporte para o desempenho de atividades cotidianas. Este fato foi preconizado em 2013, na 5ª edição do *Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais* (DSM-5), que consolidou o TEA como um transtorno do neurodesenvolvimento, cuja sintomatologia engloba distintos níveis de gravidade frente às necessidades de suporte.

Conquanto na sociedade hodierna tenha-se em consideração os critérios diagnósticos preconizados pelo DSM-5-TR, há de se pontuar que trajetória histórica da definição do termo “autismo” enfrentou múltiplas reformulações teóricas e clínicas, sendo objeto de intensos debates na comunidade científica, de modo que hipóteses diversas foram formuladas com o intuito de fundamentar as causas, manifestações e linhas de tratamento para o quadro. Na década de 1940, Kanner (1943) descreveu o autismo como uma desordem que compunha um subgrupo do quadro clínico da esquizofrenia infantil, denominando-o "Distúrbio Autístico do Contato Afetivo". No ano seguinte, Asperger (1944) introduziu o conceito de "Síndrome de Asperger", ainda circunscrito aos quadros psicóticos. Teorias subsequentes, como as desenvolvidas por

Klein e Mahler, associavam o TEA a falhas na díade mãe-bebê, sugerindo que a "frieza emocional" parental seria o principal motivador para a manifestação. Somente em 1978, com as contribuições de Michael Rutter, o autismo foi desvinculado das psicoses e reclassificado como um distúrbio do desenvolvimento cognitivo associado a alterações neurobiológicas e cognitivas (Facion, 2013).

Como mencionado previamente, o espectro abrange uma heterogeneidade de manifestações clínicas, classificadas em três graus de suporte, que indicam a necessidade de ajuda para o desempenho de atividades cotidianas, sendo estes: nível um, que refere-se a indivíduos que precisam de apoio pontual; nível dois, que representa aqueles que possuem carência de apoio frequente; e nível três, que corresponde àqueles que dependem de assistência extensiva ou total para realização de suas atividades diárias (DSM-5-TR, 2023).

No que se refere às diretrizes de tratamento recomendadas para indivíduos com TEA, destacam-se: Terapia Cognitivo-Comportamental (TCC), a Psicanálise, a Análise do Comportamento Aplicado (ABA, *Applied Behavior Analysis*) e a Equoterapia (Cunha, 2021). À luz do avanço dos estudos científicos, emergiu o uso do *neurofeedback* como um novo viés de intervenção não invasiva para o tratamento de disfunções cognitivas, que, mediante o monitoramento e treinamento das ondas cerebrais, visa reeducar e controlar o funcionamento cerebral frente a estímulos conscientes de áreas cerebrais específicas (Chávez Fuentes, 2021). As ondas cerebrais ocorrem em frequências variadas, alternando entre rápidas e curtas, como a *beta*, ou lentas e prolongadas, como a *delta* (Caimar; Lopes. 2020)

A técnica de *neurofeedback* envolve o uso de eletrodos posicionados no couro cabeludo e nos lóbulos das orelhas, os quais medem os padrões elétricos gerados pela atividade cerebral. Estes sinais são processados em tempo real por sistemas computacionais, proporcionando ao paciente um retorno imediato, em forma de *feedback* auditivo ou visual, acerca de sua atividade cerebral. Neste ínterim, se faz relevante ressaltar que nenhuma corrente elétrica é dispersada para o cérebro; toda a atividade elétrica do cérebro é registrada e transmitida para o computador para ser gravada e, à posteriori, ser resgatada pelo aplicador ou usuário do serviço (Hammond, 2015).

## Objetivos

Considerando a potencialidade inexplorada da aplicabilidade da referida técnica no tratamento de transtornos do neurodesenvolvimento, o presente estudo possui como objetivo geral investigar a eficácia do *neurofeedback* no tratamento de pacientes com TEA, bem como compreender como o uso deste pode beneficiar o tratamento clínico. Especificamente, visa-se revisar sistematicamente os achados acerca dos benefícios associados ao seu uso, buscando verificar a hipótese de que o uso da técnica no *neurofeedback* auxilia no tratamento de sintomas em pacientes com TEA. Em suma, o presente artigo tem por objetivo expor como o *neurofeedback* pode contribuir no tratamento de sintomas típicos do TEA atualmente, bem como revelar aspectos fundamentais no tocante às alterações encefálicas.

## Método

Trata-se de uma revisão integrativa, na qual foram utilizadas as bases de dados PubMed, Medline, Lilacs e Google Acadêmico. Os descritores empregados na busca foram: "*autism*" AND "*neurofeedback*" AND "TEA". No que tange aos critérios de inclusão, enquadraram-se estudos disponibilizados em texto completo e de acesso livre (*Free Full Text*), publicados nos últimos cinco anos, em língua inglesa, e que abordassem o uso do *neurofeedback* no tratamento de indivíduos com sintomas típicos do Transtorno do Espectro Autista.

## Resultados

Após a análise dos títulos e resumos, foram selecionados 7 artigos que apresentavam proximidade com a temática em questão e estavam no critério dos últimos cinco anos, organizados na tabela a seguir:

**Tabela 1**

*Desfechos cognitivos e comportamentais observados em pessoas com Transtorno do Espectro do Autista submetidas ao Neurofeedback*

<b>Autores (ano)/local</b>	<b>Tipo do estudo</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Amostra</b>	<b>Desfechos cognitivos e comportamentais</b>
Kruppa et al. (2019)/ Alemanha	Ensaio Clínico Randomiza do	Foi testado a forma como a aprendizagem por reforço em contextos sociais e os sinais de erro de predição de recompensa (PSE) no núcleo accumbens (NAcc) foram influenciados pela administração de ocitocina intranasal.	Indivíduos do sexo masculino diagnosticados com TEA na infância (n = 15) e indivíduos saudáveis como grupo de controle (n = 24; com idades entre 18 e 26 anos).	Indivíduos TEA mostraram melhora no aprendizado e na resposta ao feedback social quando expostos à ocitocina. Em comparação com situações não sociais, o desempenho dos indivíduos com TEA foi significativamente melhor em tarefas de aprendizado com componentes sociais. Além disso, a ocitocina aumentou a correlação entre os sinais de erro de predição de recompensa (PSE) e a ativação do núcleo accumbens (NAcc) durante o <i>feedback</i> social nos indivíduos

				com TEA, enquanto nos controles saudáveis esse efeito foi observado apenas na condição de placebo. Esses resultados sugerem que a ocitocina pode melhorar a resposta social e a aprendizagem em indivíduos com TEA.
Aslam; Altaf. (2021)/ Paquistão	Estudo Experimental	Detecção de explosão emocional negativa em crianças autistas	Crianças dentro do Espectro do Autismo	Um sistema de neurofeedback de dois canais não invasivo, utilizando eletroencefalograma (EEG), teve a capacidade de prever e registrar explosões emocionais negativas (NEOB) em pacientes autistas.
Chen et al. (2021)/China	Estudo Experimental	Buscou-se explorar como a tomada de decisão, levando em consideração o valor das opções, e suas bases	A população de participantes neste estudo consistiu em 824 estudantes de graduação da Anhui	Os resultados mostram que os indivíduos com traços autísticos altos em uma população não clínica apresentaram

		<p>neurais diferem entre indivíduos com traços autísticos altos e baixos dentro de uma população típica em desenvolvimento. Para isso, utilizamos a tarefa revisada do jogo de Iowa (IGT) e analisamos os potenciais relacionados a eventos (ERPs) como medida de resposta neural.</p>	<p>Medical University, que foram recrutados de forma voluntária para participar da pesquisa.</p>	<p>dificuldade em distinguir o feedback negativo e positivo para a opção de baixo risco durante a tomada de decisão baseada em valor. Esses indivíduos apresentaram um desempenho comportamental e eletrofisiológico inferior.</p>
<p>Konicar et al. (2021)/ Vienna</p>	<p>Ensaio clínico randomizado e controlado</p>	<p>Examinou se os sintomas centrais do transtorno do espectro autista (TEA) poderiam ser reduzidos por meio de um treinamento de autorregulação cerebral utilizando eletroencefalografia (EEG) de Potenciais</p>	<p>Amostra final: 41 adolescentes (21 controle e 20 experimental)</p>	<p>Os resultados mostraram uma melhora significativa na Escala de Responsividade Social no grupo experimental, indicando uma redução dos sintomas. As mudanças nos PCS variaram de acordo com diferentes condições e tarefas</p>



		Corticais Lentos (PCS).		de feedback. Além disso, a análise da Potência Espectral Densidade (PSD) revelou uma diminuição contínua na potência delta e um aumento na potência alfa. Os resultados sugerem que os efeitos do treinamento de <i>neurofeedback</i> são complexos e não lineares. Essas descobertas têm implicações importantes para futuros estudos e protocolos de treinamento no TEA.
Prillinger et al (2022)/Áustria	Ensaio clínico randomizado e controlado	Foi investigado como a Variação Negativa Contigente (CNV) muda após um treinamento intensivo de <i>neurofeedback</i> .	Amostra final: 41 adolescentes (21 controle e 20 experimental)	No grupo controle, não houve alteração ou diminuição na amplitude média do potencial de negatividade da onda de preparação (CNV) após o tratamento padrão. No entanto, no grupo experimental, a

				<p>amplitude da CNV variou de acordo com a gravidade dos sintomas de impulsividade comórbida. Os participantes com baixos escores de impulsividade apresentaram uma redução significativa na amplitude média da CNV, enquanto os participantes com alta impulsividade mostraram um aumento na amplitude média da CNV.</p>
<p>Direito et al. (2021)/Portugal 1</p>	<p>Ensaio Clínico</p>	<p>Buscou-se investigar a possibilidade de utilizar o <i>neurofeedback</i> voluntário em tempo real por ressonância magnética funcional para direcionar regiões cerebrais relacionadas à</p>	<p>15 pacientes com TEA</p>	<p>Durante a neuromodulação, foram ativadas regiões estriatais (envolvidas no processamento de sucesso ou falha da modulação neural), regiões relacionadas à saliência (como a ínsula e o córtex cingulado anterior) e redes de controle</p>

		interação social no TEA.		emocional (como o córtex pré-frontal medial).
Carrick et al (2018)/Estados Unidos	Ensaio Clínico Randomizado Controlado por Placebo	Avaliar o dispositivo <i>Mente</i> , que foi desenvolvido com o propósito de utilizar a atividade eletroencefalográfica (EEG) de crianças com diagnóstico de TEA, visando oferecer uma terapia domiciliar de suporte. O objetivo é promover o relaxamento e o engajamento do indivíduo.	Um total de 83 participantes com TEA foram divididos aleatoriamente em dois grupos: um grupo ativo que recebeu neurofeedback (NFB) utilizando o dispositivo <i>Mente</i> e um grupo controle que recebeu um tratamento simulado utilizando um dispositivo sham.	Os achados do presente estudo demonstram que a implementação de um programa de neurofeedback (NFB) de curta duração, com a utilização do dispositivo <i>Mente</i> Autism, resultou em modificações substanciais na atividade cerebral medida por EEGq, no comportamento sensório-motor avaliado por meio da posturografia, bem como no comportamento global conforme avaliado por questionários padronizados. Essas mudanças foram observadas em crianças diagnosticadas com

				TEA após um período de intervenção de 12 semanas.
--	--	--	--	---

À luz dos dados obtidos, foram identificados o uso do *neurofeedback* no tratamento de indivíduos com sintomas típicos do TEA, tal como em situações experimentais e comparativas, constatando ganhos em relação ao desenvolvimento de habilidades sociais, cognitivas e emocionais, tal como a diminuição sintomas de impulsividade, o aprimoramento do sistema de recompensas e de habilidades de tomada de decisão. No entanto, observaram-se poucos estudos observacionais de indivíduos que fizeram uso desse tipo de tratamento de forma contínua nos últimos anos, de modo a ressaltar que esta temática carece de estudos que englobem outros contextos para uma melhor compreensão de seus benefícios e limitações.

## Discussão

### **Correlação dos sintomas típicos do TEA com o funcionamento cerebral:**

A partir dos artigos analisados, foi possível constatar que o método de *neurofeedback* tem sido incorporado como uma terapêutica válida e eficaz no tratamento de sintomas típicos dentro do espectro do autismo (Aslam et al., 2021; Chen et al., 2021; Kruppa et al., 2019). Indivíduos com TEA comumente exibem deficiências nas funções executivas e reações atípicas a recompensas, devido a déficits no circuito mesocorticolímbico, cruciais no desenvolvimento de formulação de estratégias vantajosas de tomada de decisão para obter ganhos de longo prazo no dia a dia (Faja S., 2013).

Não obstante, indivíduos autistas tendem a manifestar desregulações emotivas, de modo que há uma falha no processamento cerebral que dificulta reagir a um incitamento dentro do padrão da janela emocional neurotípica e conduz a desregulações nos níveis destas emoções, desencadeando assim uma série prejuízos em habilidades sociais e cognitivas, além de elevar o risco de desenvolver outros transtornos emocionais (Samson, 2015).

Outrossim, grande parte da energia cerebral que causa a amplitude deste feedback social e de compreensão de perda ou ganho no cérebro humano é derivada da frequência de ondas cerebrais theta. Grande parte dos indivíduos dentro do espectro possuem uma sociabilidade menor devido a um sistema de recompensa social prejudicado. Esse sistema diz respeito às áreas cerebrais comprometidas, sendo elas o estriado ventral, amígdala e córtex cingulado anterior, que precisam estar interligados para que haja o processamento dos feedbacks sociais. Se a circuitaria de recompensa funciona adequadamente, um aprendizado por reforço acontece através da liberação de dopamina no cérebro, e assim as interações sociais e a tomada de decisão para erros e acertos são possibilitadas. Havendo uma hipoativação nesta, encontram-se as limitações nas áreas apontadas (Schultz, 2006).

Apresentam também anormalidades em seus circuitos de recompensa fronto-estriatal lateral, ou seja, dificuldades na qualidade dos processamentos de tomada de decisão ao preferirem escolhas desvantajosas, avaliação de riscos, busca de recompensas, devido ao sistema de recompensa comprometido e avaliações de valor (Zhang, 2016).

Adicionalmente, Direito et al. (2021) destacam que, durante o processo de neuromodulação, houve ativação de regiões estriatais, as quais estão envolvidas no processamento de sucessos ou falhas da modulação neural. Também foram ativadas regiões relacionadas à saliência, como a ínsula e o córtex cingulado anterior, além de redes associadas ao controle emocional, incluindo o córtex pré-frontal medial. De forma semelhante, Carrick et al. (2018) relatam que a implementação de um programa de *neurofeedback* (NFB) de curta duração, utilizando o dispositivo Mente Autism, resultou em modificações substanciais na atividade cerebral medida por eletroencefalograma (EEG), bem como em mudanças no comportamento sensório-motor, avaliadas por meio da posturografia, e no comportamento global, conforme mensurado por questionários padronizados.

### **Contribuições do neurofeedback no tratamento da sintomatologia autística:**

Um estudo cruzado, controlado por placebo, duplo-cego, de centro único, realizado na Alemanha por Kruppa e colaboradores (2019), reuniu 15 pacientes com diagnóstico infantil de TEA e 25 pacientes saudáveis (HC). Nessa experiência, o *neurofeedback* utilizado foi o por ressonância magnética e o objetivo pretendido era obter

um feedback social induzido por ocitocina (OXT). Placebos (PLC) também foram utilizados, a fim de comparar as respostas obtidas. Os dados comportamentais dos indivíduos foram analisados por meio do software SPSS 21 e as análises de medidas repetidas de modelo linear geral numa análise mista de variância (ANOVA) foram usadas para avaliar os principais efeitos e interações com condição de tratamento (OXT/PLC), condição de tarefa (NN/NS/SN) e intervalo (1/2/3) como fatores intrassujeitos e grupo (TEA/HC) como fator intersujeitos.

A partir dos resultados da pesquisa, é possível afirmar que, comportamentalmente, indivíduos com TEA mostraram aprendizado aprimorado sob influência da ocitocina quando o alvo de aprendizado, bem como o feedback social em comparação com o não social. A ocitocina aumentou a correlação do sinal RPE com a ativação de Núcleo *Accumbens* durante o feedback social e também a aprendizagem social por reforço em indivíduos com TEA quando submetidos ao *neurofeedback*, enquanto que no grupo controle esse efeito foi encontrado apenas na condição de placebo.

Além disso, outro estudo realizado na China por Chen F. Gao e colaboradores (2021), investigou o neuro mecanismo relacionado com a capacidade de tomada de decisão de indivíduos com traços autísticos altos e baixos, com feedbacks positivos e negativos. O experimento compreendeu 300 tentativas divididas em seis blocos iguais, medindo as amplitudes do feedback relacionado a negatividade (FRN) de 200ms a 400ms, que foram estabelecidas com base nas grandes médias de pelo menos 40 tentativas.

Para obtenção dos *feedbacks*, foi usado um jogo de azar projetado, o Iowa Gambling Task (IGT). O jogo foi necessário para avaliar as habilidades de tomada de decisão em relação a ganhos monetários em pacientes com traços autistas em tais condições de complexidade e incerteza. Os participantes foram instruídos a maximizar os ganhos enquanto escolhem repetidamente entre quatro baralhos de cartas que produzem vitórias e derrotas de forma imprevisível. O experimento, que compreendeu 300 tentativas divididas em seis blocos iguais, onde a amplitude do FRN foi significativamente maior com feedback negativo do que com feedback positivo. O poder de oscilação theta registrado teve um efeito significativamente maior com feedback negativo.

Dessa forma, o *neurofeedback* que estimula essa circuitaria cerebral, pode apresentar desencadear respostas positivas em relação à condição. O aumento da

frequência teta do córtex frontal médio indica a percepção do feedback negativo durante o processo de tomada de decisão. Esses dados dialogam com o que foi trazido no estudo anterior já descrito.

Em comparação com indivíduos com traços autísticos baixos, os indivíduos com traços autísticos altos apresentaram diminuição da amplitude do dFRN na opção de baixo risco. Indivíduos com traços autísticos altos tiveram escores piores do que os com traços autísticos baixos, especialmente no período posterior do processo de tomada de decisão, já que possuem um estilo de tomada de decisão rígido e ignoraram os altos riscos do jogo. Os resultados obtidos mostraram que o potencial positivo tardio, que é a capacidade de mensurar os níveis de resposta emocional, são diminuídos por *feedback* em relação ao *feedback* negativo. Isso dialoga com a informação de que pessoas com TEA apresentam maior dificuldade em mensurar a resposta emocional para as ações que oferecem um resultado indesejado. Evidenciou-se também que em opções de escolha que apresentam riscos de alta magnitude (onde ficam mais evidentes o risco da escolha), indivíduos com altos ou baixos traços autísticos apresentaram os mesmos resultados, onde foram sensíveis ao risco de perda ou ganho. Já nas opções que apresentavam baixo risco, os resultados foram anormais.

Ademais, no estudo conduzido por Konicar et al. (2021) foi observada uma melhora significativa pós uso de *neurofeedback* para Escala de Responsividade Social no grupo experimental, o que indica uma redução nos sintomas associados ao transtorno do espectro autista (TEA). As alterações nos Potenciais Corticais Lentos (PCS) apresentaram variações em diferentes condições e tarefas de feedback. Adicionalmente, Prillinger et al. (2022) preconiza uma diminuição da impulsividade pós intervenção com *neurofeedback* em pacientes com TEA.

### **Considerações finais**

Em suma, os estudos mencionados fornecem insights interessantes sobre o uso de *neurofeedback* e habilidades de tomada de decisão em indivíduos com TEA. Os pacientes com TEA mostraram um aprendizado aprimorado e uma maior correlação entre o sinal RPE e a ativação do Núcleo Accumbens quando submetidos ao neurofeedback com ocitocina, especialmente durante o feedback social. Por outro lado, indivíduos com traços

autísticos altos apresentaram uma diminuição na amplitude do potencial negativo tardio (dFRN) ao escolher opções de baixo risco, indicando um estilo de tomada de decisão mais rígido e uma tendência a ignorar os altos riscos. Essas descobertas destacam a importância da *neurofeedback* como uma abordagem promissora para melhorar o aprendizado e as habilidades de tomada de decisão em indivíduos com TEA. A ocitocina desempenha um papel significativo no *feedback* social e na aprendizagem por reforço em pacientes com TEA. Além disso, o estudo chinês demonstra as dificuldades enfrentadas por indivíduos com traços autísticos altos na avaliação de respostas emocionais e na consideração de riscos ao tomar decisões.

Em suma, os estudos aqui reunidos contribuem para um maior entendimento do funcionamento cerebral em indivíduos com TEA e oferecem *insights* valiosos no que concerne o desenvolvimento de intervenções e estratégias terapêuticas que auxiliem o aprimoramento das habilidades cognitivas e sociais destes indivíduos. No entanto, destaca-se que pesquisas posteriores com achados mais robustos para inferir conclusões mais precisas sobre o uso do *neurofeedback* em pacientes com TEA se fazem indispensáveis.

### Referências

- American Psychiatric Association. (2014). *Manual diagnóstico e estatístico de transtornos mentais: DSM-5* (M. I. C. Nascimento, Trans., 5ª ed.). Artmed.
- Aslam, A. R., & Altaf, M. A. B. (2021). A 10.13µJ/Classification 2-Channel Deep Neural Network Based SoC for Negative Emotion Outburst Detection of Autistic Children. *IEEE Transactions on Biomedical Circuits and Systems*, 15(5), 1039–1052. <https://doi.org/10.1109/TBCAS.2021.3113613>
- Carrick, F. R., Pagnacco, G., Hankir, A., Abdulrahman, M., Zaman, R., Kalambaheti, E. R., Barton, D. A., Link, P. E., & Oggero, E. (2018). The treatment of autism spectrum disorder with auditory neurofeedback: A randomized placebo-controlled trial using the Mente Autism device. *Frontiers in Neurology*, 9, 537. <https://doi.org/10.3389/fneur.2018.00537>
- Caimar, B. A., & Lopes, G. C. D. (2020). Frequência das ondas cerebrais: Uma perspectiva da neurociência. *Cognitions Scientific Journal*, 3(2). <https://doi.org/10.38087/2595.8801.55>
- Wang, P., Wang, B., Zhang, L., Liu, X., Kang, X., & Wang. (2021). Guidelines for 5-Aminolevulinic acid photodynamic therapy for acne vulga and photodynamic.



*Photodiagnosis and Photodynamic Therapy*, 41, 10361.  
<https://doi.org/10.1016/j.pdpdt.2022.103261>

- Chen, F., Gao, J., Zhu, C., Zhang, L., Zhang, L., Wang, A., & Yu, F. (2021). Abnormal negative feedback processing in individuals with autistic traits in the Iowa gambling task: Evidence from behavior and event-related potentials. *International Journal of Psychophysiology*, 165, 36–46.  
<https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2021.02.018>
- Chávez Fuentes, A. R., & Hernández López, C. K. (2021). Intervención psicológica de la ansiedad y la importancia del uso del neurofeedback como proceso terapéutico [TCC]. Trabalho de conclusão de curso, Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Psicológicas.
- Cunha, P. R. D., Neto, S. M., Nascimento, T. S., & França, U. C. D. (2021). Transtorno do espectro autista: Principais formas de tratamento. *Repositório ANIMA*.
- Direito, B., Mouga, S., Sayal, A., Simões, M., Quental, H., Bernardino, I., Playle, R., McNamara, R., Linden, D. E., Oliveira, G., & Castelo Branco, M. (2021). Training the social brain: Clinical and neural effects of an 8-week real-time functional magnetic resonance imaging neurofeedback phase IIa clinical trial in autism. *Autism*, 25(6), 1746–1760. <https://doi.org/10.1177/13623613211002052>
- Facion, J. R. (2013). Transtornos do desenvolvimento do comportamento. *InterSaberes*.
- Faja, S., DeJesus, O. T., & Hsu, H. P. (2013). Reward-based decision making and electrodermal responding by young children with autism spectrum disorders during a gambling task. *Autism Research*, 6(6), 494–505. <https://doi.org/10.1002/aur.1263>
- Hammond, D. C. (2016). What is neurofeedback: An update. *Journal of Neurotherapy*, 15(4), 292–304. <https://doi.org/10.1080/10874208.2011.623090>
- Kanner, L. (1943). Autistic disturbances of affective contact. *Nervous Child*, 2(3), 217–250.
- Koniar, L., Radev, S., Prillinger, K., Klöbl, M., Diehm, R., Birbaumer, N., Lanzenberger, R., Plener, P. L., & Poustka, L. (2021). Volitional modification of brain activity in adolescents with autism spectrum disorder: A Bayesian analysis of slow cortical potential neurofeedback. *NeuroImage: Clinical*, 29, 102557.  
<https://doi.org/10.1016/j.nicl.2021.102557>
- Kruppa, J. A., Gossen, A., Oberwelland-Weiß, E., Kohls, G., Großheinrich, N., Cholemkery, H., Freitag, C. M., Karges, W., Wölfl, E., Sinzig, J., Fink, G. R., Herpertz-Dahlmann, B., Konrad, K., & Schulte-Rüther, M. (2019). Neural modulation of social reinforcement learning by intranasal oxytocin in male adults with high-functioning autism spectrum disorder: A randomized trial. *Neuropsychopharmacology*. <https://doi.org/10.1038/s41386-019-0445-3>

- Lord, C., Elsabbagh, M., Baird, G., & Veenstra-Vanderweele, J. (2018). Autism spectrum disorder. *The Lancet*, *392*(10146), 508–520. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)31129-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)31129-2)
- Organização Mundial da Saúde. (n.d.). Autism spectrum disorders. Retrieved June 2023, from <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/autism-spectrum-disorders>
- Prillinger, K., Radev, S. T., Doganay, K., Poustka, L., & Konicar, L. (2022). Impulsivity moderates the effect of neurofeedback training on the contingent negative variation in autism spectrum disorder. *Frontiers in Human Neuroscience*, *16*, 838080. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2022.838080>
- Samson, A. C., Hardan, A. Y., Podell, R. W., Phillips, J. M., & Gross, J. J. (2015). Emotion regulation in children and adolescents with autism spectrum disorder. *Autism Research*, *8*(1), 9–18. <https://doi.org/10.1002/aur.1387>
- Schultz, W. (2006). Behavioral theories and the neurophysiology of reward. *Annual Review of Psychology*, *57*, 87–115. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.57.102904.190101>
- Zhang, L., et al. (2016). Psychometric properties of the Autism-Spectrum Quotient in both clinical and non-clinical samples: Chinese version for mainland China. *BMC Psychiatry*, *16*(1), 1–10. <https://doi.org/10.1186/s12888-016-0798-8>