

Artigo Original

Abordagem coordenativa em circuito e desempenho cognitivo-motor de crianças com Transtorno do Espectro Autista nível 1: estudo piloto observacional

Circuit-based coordinative approach and cognitive-motor performance in children with level 1 autism spectrum disorder: an observational pilot study

Karoliny Teixeira Santos^a , Ana Cecília Pereira Gomes^a , Terezinha Abel Alves^a ,
Queoma Silveira Lima^a , Natália Goulart Lemos^a , Fernando Aguiar Lemos^a 

^aUniversidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF, Petrolina, PE, Brasil.

Como citar: Santos, K. T., Gomes, A. C. P., Alves, T. A., Lima, Q. S., Lemos, N. G., & Lemos, F. A. (2026). Abordagem coordenativa em circuito e desempenho cognitivo-motor de crianças com Transtorno do Espectro Autista nível 1: estudo piloto observacional. *Cadernos Brasileiros de Terapia Ocupacional*, 34, e4041. <https://doi.org/10.1590/2526-8910.cto411740411>

Resumo

Introdução: Intervenções inovadoras são importantes para apoiar melhorias funcionais em crianças com Transtorno do Espectro Autista (TEA). **Objetivo:** Investigar os efeitos de 12 semanas de uma Abordagem Coordenativa em Circuito (ACC) no desempenho cognitivo-motor de crianças com TEA nível 1. **Método:** Participaram do estudo sete crianças do sexo masculino, com idades de 7 a 12 anos. A ACC foi realizada duas vezes por semana, com sessões de 70 minutos. Para as avaliações diagnóstica, atencional e comportamental foram aplicadas, respectivamente, a Escala de Avaliação do Tratamento do Autismo (ATEC), a Escala de Avaliação Swanson, Nolan e Pelham – versão IV (SNAP-IV) e a Escala de Avaliação do Autismo Infantil (CARS). O controle postural foi mensurado por meio de uma plataforma de força, sob condições de olhos abertos (OA) e olhos fechados (OF). Um Circuito Motor Modelo (CMM) foi utilizado para avaliar a coordenação motora. Testes *t* pareados e equações de estimativa generalizadas foram utilizadas para análise estatística ($p < 0,05$). **Resultados:** As crianças foram confirmadas dentro do espectro nível 1. Após a intervenção, houve melhora nos escores cognitivo-comportamentais (ATEC) ($p = 0,022$) e nos escores de desatenção (SNAP-IV) ($p = 0,036$), enquanto a hiperatividade não apresentou alteração significativa ($p = 0,078$). Em relação ao equilíbrio, houve redução na área de oscilação do centro de pressão com OF ($p = 0,026$) e na velocidade média com OA e OF ($p < 0,001$). Observou-se redução dos erros e do tempo de conclusão (de 3:14 min para 1:18 min) no CMM. **Conclusão:** A intervenção ACC melhorou significativamente o desempenho cognitivo e atencional, a estabilidade postural e a coordenação motora em crianças com TEA nível 1, podendo ser uma estratégia não farmacológica viável e de baixo custo para promover o desenvolvimento funcional nessa população.

Palavras-chave: Transtorno do Espectro do Autismo, Cognição, Desempenho Psicomotor, Equilíbrio Postural.

Recebido em Jan. 26, 2025; 1ª Revisão em Out. 20, 2025; Aceito em Nov. 18, 2025.



Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Attribution (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

Abstract

Introduction: Innovative interventions are important to support functional improvements in children with autism spectrum disorder (ASD). **Objective:** To investigate the effects of 12 weeks of a circuit-based coordinative approach (CCA) on cognitive-motor performance in children with level 1 ASD. **Method:** Seven male children aged 7 to 12 years participated. The CCA was delivered twice weekly in 70-minute sessions. For diagnostic, attentional, and behavioral assessments, the Autism Treatment Evaluation Checklist (ATEC), the Swanson, Nolan and Pelham Rating Scale-IV (SNAP-IV), and the Childhood Autism Rating Scale (CARS) were administered, respectively. Postural control was measured using a force platform under eyes-open (EO) and eyes-closed (EC) conditions. A model motor circuit (MMC) was used to assess motor coordination. Paired *t*-tests and generalized estimating equations were used for statistical analysis ($p < 0.05$). **Results:** The children were confirmed as level 1 ASD. After the intervention, improvements were observed in cognitive-behavioral scores (ATEC) ($p = 0.022$) and inattentiveness scores (SNAP-IV) ($p = 0.036$), whereas hyperactivity showed no significant change ($p = 0.078$). Regarding balance, center-of-pressure sway area decreased under EC ($p = 0.026$), and mean velocity decreased under EO and EC ($p < 0.001$). Errors and completion time decreased on the MMC (from 3:14 min to 1:18 min). **Conclusion:** The CCA significantly improved cognitive and attentional performance, postural stability, and motor coordination in children with level 1 ASD, and it may represent a feasible, low-cost, nonpharmacological strategy to promote functional development in this population.

Keywords: Autism Spectrum Disorder, Cognition, Psychomotor Performance, Postural Balance.

Introdução

O Transtorno do Espectro Autista (TEA) é caracterizado por déficits persistentes na comunicação social, comportamentos repetitivos e dificuldades motoras, que impactam significativamente a funcionalidade diária e a qualidade de vida (Ben Hassen et al., 2023). Além das alterações cognitivas e sociais, crianças com TEA frequentemente apresentam déficits na coordenação motora, no controle postural e na regulação atencional, fatores que influenciam diretamente sua participação em atividades do cotidiano e no desempenho ocupacional (Matsukura, 1998; Stins & Emck, 2018, Bhat, 2020).

A relação entre função motora e desempenho cognitivo-comportamental tem sido amplamente discutida, indicando que dificuldades motoras em crianças com TEA não são isoladas, mas sim parte de um perfil neurofuncional mais amplo, no qual a instabilidade postural, a desatenção e dificuldades no planejamento motor podem coexistir (Iuculano et al., 2020; Leisman et al., 2023; Gao et al., 2024). Essas dificuldades estão associadas a disfunções em áreas cerebrais responsáveis pela integração sensorio-motora e pelo controle da atenção, como o córtex pré-frontal, os gânglios da base e o cerebelo (Subramanian et al., 2017).

Em relação ao controle postural, crianças com TEA tendem a apresentar maior variabilidade na estabilidade corporal, o que reflete uma integração sensorial menos eficiente e déficits no ajuste motor (Abdel Ghafar et al., 2022; Ferreiro-Pérez et al., 2024). Esse comprometimento pode afetar diretamente a segurança e a autonomia dessas crianças ao realizarem atividades básicas e interações sociais, tornando fundamental a inclusão de intervenções que estimulem o aprimoramento motor e o controle postural.

A abordagem coordenativa em circuito (ACC) pode ser uma forma para estimular habilidades motoras e funcionais, promovendo melhorias na coordenação, no controle postural e na autorregulação. Um estudo prévio indicou que essa abordagem pode modular a variabilidade da função neuromotora em idosos (Gonçalves et al., 2020), mas seu impacto em crianças com TEA ainda não foi investigado. Ao estruturar atividades progressivamente desafiadoras e organizadas em um formato previsível, essa abordagem facilita a adaptação motora, reduz a sobrecarga sensorial e favorece o engajamento funcional, elementos essenciais para crianças com TEA (Shi & Feng, 2022; Marcilla-Jordá et al., 2025). Além disso, há evidências de que intervenções que aprimoram a precisão e a organização do movimento podem impactar positivamente a regulação do comportamento e a capacidade de concentração dessas crianças (Hou et al., 2024; Tan et al., 2016).

Outro aspecto relevante dessa abordagem é a estruturação do ambiente motor, que permite que as crianças ajustem seus movimentos em resposta a estímulos espaciais e temporais. Esse processo pode contribuir para o desenvolvimento da autorregulação emocional e comportamental, uma vez que a previsibilidade e o aprimoramento da coordenação ajudam a reduzir a impulsividade e promovem uma maior organização das respostas motoras e cognitivas (Vasilopoulos & Ellefson, 2021; Nicholson et al., 2021).

Diante desse cenário, o presente estudo tem por objetivo investigar o efeito de um programa de circuito coordenativo de 12 semanas com frequência semanal de duas vezes na semana no desempenho motor, atencional e comportamental de crianças com TEA nível 1. De acordo com o *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders – Fifth Edition, Text Revision* (DSM-5-TR; American Psychiatric Association, 2022), o TEA é classificado em três níveis de gravidade, com base na necessidade de suporte em aspectos de comunicação social e comportamentos restritos e repetitivos. O nível 1 representa o grau mais leve do espectro, caracterizado por indivíduos que necessitam de suporte, mas que geralmente possuem linguagem funcional, autonomia nas atividades diárias e capacidade de aprendizagem escolar com acompanhamento especializado.

A proposta do presente estudo baseia-se na progressão de atividades coordenativas, visando não apenas o aprimoramento da estabilidade postural e da coordenação, mas também potenciais benefícios na atenção e engajamento funcional, fatores fundamentais para a autonomia e a participação social dessas crianças.

Materiais e Métodos

Desenho do estudo

O presente estudo integra um ensaio clínico randomizado registrado no *Registro Brasileiro de Ensaio Clínicos* (ReBEC: RBR-54k8gnf), intitulado “Efeito dos treinamentos de realidade virtual e de exercícios coordenativos em parâmetros cognitivos, motores e psicossociais de crianças com Transtorno do Espectro Autista leve (TEA)”. O ensaio principal contempla dois tipos de intervenção: treinamento em realidade virtual e exercícios coordenativos. O presente artigo apresenta uma subanálise focada no braço coordenativo, com o objetivo de investigar os efeitos de 12 semanas de atividades coordenativas sobre o desempenho motor, atencional e comportamental das crianças participantes.

O delineamento adotado foi quase-experimental de grupo único, com avaliações pré e pós-intervenção, configurando um estudo piloto derivado e exploratório, voltado à análise de viabilidade e tendências de efeito. A pesquisa foi conduzida entre março e agosto de 2018, aprovada pelo Comitê de Ética da Universidade Federal do Vale do São Francisco - UNIVASF (Parecer: 2.496.875) e desenvolvida em conformidade com as diretrizes STROBE e com a CONSORT-Extension for Pilot and Feasibility Trials (Eldridge et al., 2016).

Recrutamento dos participantes

O programa de treinamento baseado na ACC foi divulgado em instituições de ensino públicas e privadas em Petrolina, Pernambuco, em Associações de Mães de Crianças Autistas do Vale do São Francisco, em clínicas privadas, pela distribuição de panfletos, convites pessoais e plataformas de mídias sociais como Facebook e WhatsApp, além de rádio e TV. Um total de 48 famílias demonstraram interesse na pesquisa. Após a explicação dos potenciais benefícios do programa, 11 famílias concordaram em participar do estudo. Das demais famílias, 26 não apresentavam diagnóstico completo, oito tinham conflitos de agenda e três optaram por não participar. A intervenção teve duração de 12 semanas, duas vezes por semana e foi realizada em colaboração com o Colegiado de Educação Física da UNIVASF em Petrolina, Pernambuco.

Critérios de inclusão

Para serem incluídos no estudo, os participantes deveriam ser do sexo masculino, ter entre 7 e 12 anos, apresentar diagnóstico para o TEA confirmado por um neurologista pediátrico ou psiquiatra, apresentar um termo de consentimento livre e esclarecido assinado pelo responsável legal, bem como assentimento verbal. Adicionalmente, os participantes deveriam ter uma classificação de TEA leve, atualmente correspondente ao nível 1, conforme DSM-5-TR (American Psychiatric Association, 2022).

Critérios de não inclusão

Foram considerados critérios de não inclusão: comorbidades como Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH), Transtorno Obsessivo-Compulsivo (TOC), epilepsia ou deficiência intelectual, bem como quaisquer condições que impedissem a participação em exercícios físicos. Os participantes também deveriam estar livres de limitações físicas que pudessem dificultar a realização das atividades, possuir habilidades de comunicação verbal e não estar em uso de medicamentos que pudessem interferir no desempenho dos testes, como beta-bloqueadores.

Critérios de exclusão

Os participantes foram excluídos mediante ausência em três sessões consecutivas ou a mais de 20% das sessões, atrasos frequentes a ponto de prejudicar a progressão do treinamento, ou se apresentassem dificuldade em compreender os procedimentos. A Figura 1 abaixo apresenta o diagrama do estudo.

No presente estudo, foram realizadas avaliações para medir variáveis cognitivas, comportamentais, motoras e posturais nas crianças com TEA nível 1. Os instrumentos selecionados foram projetados para captar mudanças em aspectos-chave relacionados à intervenção, como controle postural, atenção, comportamento, funcionalidade motora e engajamento em tarefas.

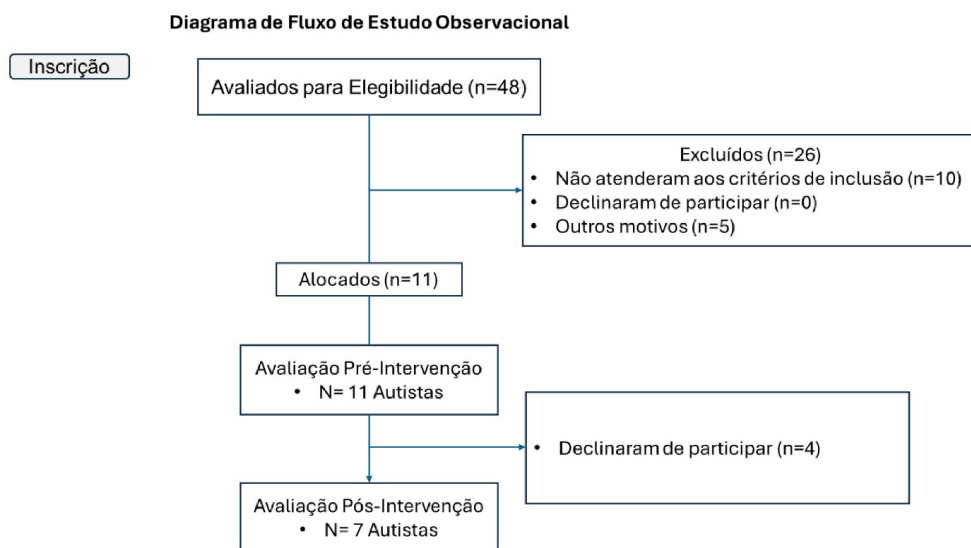


Figura 1. Diagrama de Fluxo do Estudo Observacional.

Fonte: Elaborado pelos autores com dados da pesquisa. Pernambuco, 2025.

Os seguintes instrumentos foram utilizados neste estudo: A Escala de Avaliação do Autismo Infantil (CARS) foi empregada para a avaliação diagnóstica do TEA e monitoramento da gravidade dos sintomas, conforme a versão traduzida e validada para o contexto brasileiro por Pereira et al. (2008). A Escala Swanson, Nolan & Pelham – Versão IV (SNAP-IV) foi aplicada aos cuidadores para avaliar níveis de desatenção e hiperatividade/impulsividade, de acordo com os critérios do DSM-IV, utilizando-se a versão brasileira validada por Mattos et al. (2006) e posteriormente corroborada por Costa et al. (2019) quanto à sua consistência interna e acurácia clínica. O Checklist de Avaliação do Tratamento do Autismo (ATEC) foi utilizado para analisar a funcionalidade nos domínios de comunicação, sociabilidade, cognição e comportamento físico, conforme o instrumento original de Rimland & Edelson (1999). O Controle Postural Quase-Estático (CPQE) foi usado para avaliar a estabilidade postural por meio de uma plataforma de força, comparando as oscilações do centro de pressão com olhos abertos e fechados, de acordo com protocolos estabilométricos padronizados descritos por Ruhe et al. (2010). Por fim, o Circuito Motor Modelo (CMM) foi empregado para analisar a coordenação motora e o desempenho em tarefas, considerando o tempo de execução e o número de erros cometidos. O delineamento desse protocolo fundamenta-se em princípios da abordagem coordenativa e de circuitos motores estruturados propostos por Sousa Gonçalves et al. (2020), que demonstraram efeitos benéficos de uma intervenção coordenativa em circuito sobre parâmetros autonômicos em idosos.

As avaliações SNAP-IV, ATEC, controle postural e CMM foram repetidas após 12 semanas de intervenção. A ACC foi estruturada como uma sequência de atividades motoras progressivamente desafiadoras, projetadas para otimizar o desempenho cognitivo-motor das crianças.

Avaliações

As avaliações foram conduzidas ao longo de três manhãs consecutivas. O primeiro instrumento utilizado foi a CARS, que avalia o comportamento em 14 domínios potencialmente afetados pelo TEA, juntamente com uma categoria geral para a impressão

global de autismo (Schopler et al., 1980). Os 15 itens avaliados incluem: relacionamentos interpessoais, imitação, resposta emocional, uso do corpo, uso de objetos, adaptação a mudanças, respostas visuais e auditivas, uso de paladar, olfato e tato, medo ou nervosismo, comunicação verbal e não verbal, nível de atividade, consistência da resposta intelectual e impressões gerais. Cada domínio é pontuado em uma escala de 1 (dentro dos limites normais) a 4 (sintomas graves). A pontuação total varia de 15 a 60, com um ponto de corte de 30 para o diagnóstico do TEA (Schopler et al., 1980). Pontuações entre 30 e 36,5 indicam sintomas leves a moderados do transtorno. Esta escala é amplamente utilizada devido à sua consistência interna e sensibilidade, podendo ser combinada de forma eficaz com outras ferramentas para confirmação diagnóstica.

O segundo instrumento foi o questionário SNAP-IV, uma escala preenchida por pais ou responsáveis para avaliar sintomas de desatenção, hiperatividade e impulsividade em crianças e adolescentes (Swanson, 2001). Embora seja amplamente utilizado para rastrear TDAH, o SNAP-IV também é um instrumento sensível para medir desatenção em crianças com TEA, mesmo na ausência de um diagnóstico formal de TDAH. Dessa forma, foi empregado neste estudo para investigar mudanças na atenção e na regulação comportamental após a intervenção. A versão utilizada compreende 18 itens, sendo os nove primeiros relacionados à desatenção e os nove restantes à hiperatividade e impulsividade. A pontuação total é obtida somando-se os escores de todos os itens, refletindo a gravidade dos sintomas. Pontuações mais altas indicam maior gravidade dos sintomas, enquanto pontuações mais baixas refletem uma redução dos sintomas avaliados.

O terceiro instrumento foi o ATEC, um questionário preenchido pelo cuidador principal para medir mudanças individuais após intervenções (Rimland & Edelson, 1999). Composto por 77 itens organizados em quatro subescalas, o ATEC gera uma pontuação total de 0 a 180, onde pontuações mais baixas indicam maior independência (Freire et al., 2018). A primeira subescala avalia fala, linguagem e comunicação, com 14 itens e pontuação de 0 a 28. A segunda subescala mede sociabilidade, com 20 itens e pontuação de 0 a 40. A terceira subescala avalia consciência sensorial e cognitiva, com 18 itens e pontuação de 0 a 36. A quarta subescala analisa saúde, desempenho físico e comportamento, com 25 itens.

Para a Avaliação de Controle Postural Quase-Estático, foi utilizada uma plataforma de força AMTI 3.05. Ao chegarem ao laboratório, as crianças passaram por um período de adaptação para se familiarizar com o ambiente e os procedimentos do teste. Elas foram então instruídas a permanecer em pé de maneira estática sobre a plataforma por 60 segundos com os olhos abertos (OA) e depois por 60 segundos com os olhos fechados (OF). Cada teste de 60 segundos foi repetido três vezes com intervalos de 40 segundos entre as tentativas. O tempo total de avaliação variou de 20 a 25 minutos por participante. Foram avaliadas as seguintes variáveis: 1) Área total de oscilação — mede a extensão do deslocamento do centro de pressão ao longo do tempo, refletindo a estabilidade postural global; 2) Área de oscilação anteroposterior — representa a amplitude do deslocamento do centro de pressão (COP) no eixo sagital, indicando oscilações para frente e para trás; 3) Área de oscilação médiolateral — avalia a amplitude do deslocamento do COP no eixo frontal, refletindo oscilações laterais; 4) Velocidade média total — indica a velocidade média do deslocamento do COP em todas as direções, sendo um marcador da eficiência do controle postural; 5) Velocidade média anteroposterior — mede a velocidade das oscilações no eixo sagital, associada à capacidade de estabilização do corpo para frente e para trás; 6) Velocidade média médiolateral — quantifica a velocidade das oscilações laterais, um fator relevante na manutenção do equilíbrio em tarefas dinâmicas; e 7)

Raiz quadrada média anteroposterior e raiz quadrada média médiolateral — representam medidas estatísticas da variabilidade postural, fornecendo uma análise mais refinada sobre a estabilidade dinâmica nos respectivos eixos (Li et al., 2021).

Para avaliar o grau de progressão motora nas atividades, foi utilizado um Circuito Motor Modelo (CMM) o qual foi organizado em tarefas progressivamente desafiadoras, adaptadas às demandas motoras de cada atividade. O CMM consistiu em oito atividades: 1. Caminhar ou correr para frente e para trás entre duas cordas no chão, estimulando a organização espacial e o controle ântero-posterior; 2. Correr em zigue-zague entre três cones, visando a desaceleração e aceleração lateral, bem como a organização proprioceptiva; 3. Caminhar em zigue-zague sobre uma corda disposta em três formas de onda senoidal, promovendo o equilíbrio dinâmico e ajustes posturais antecipatórios; 4. Simular corrida sobre quatro tapetes de espuma, melhorando o equilíbrio dinâmico e a coordenação intersegmentar; 5. Correr sobre uma corda semicircular, melhorando o equilíbrio dinâmico e os ajustes posturais; 6. Subir dois degraus, girar no eixo do corpo e descer de costas, desenvolvendo a memória de trabalho e o controle motor complexo; 7. Correr até os cones, posicionar-se de costas e correr em zigue-zague, praticando a projeção do movimento para frente e controle do equilíbrio; 8. Realizar cinco arremessos de uma bola em um cesto, integrando coordenação espaço-temporal, modulação de força e precisão (Gonçalves et al., 2020). O CMM foi registrado para documentar o tempo necessário para concluir cada estação e o número de erros cometidos. Uma descrição detalhada das estações e dos métodos de cálculo dos erros é fornecida nos suplementos do estudo (Figura 2).

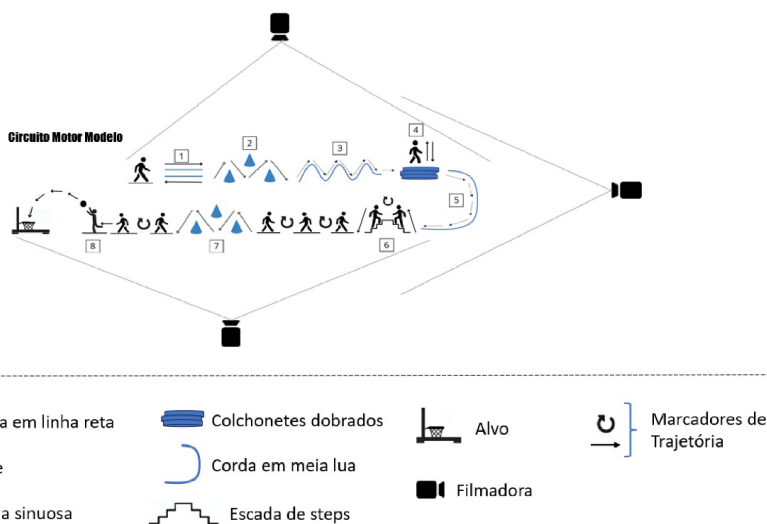


Figura 2. Circuito Motor Modelo (CMM).

Fonte: Elaborado pelos autores com dados da pesquisa. Pernambuco, 2025.

Protocolo de intervenção

O programa de treinamento utilizando a ACC foi realizado durante 12 semanas, com sessões de 70 minutos, duas vezes por semana. Antes da intervenção, foi realizado um período de familiarização de uma semana, no qual as crianças foram introduzidas às atividades do circuito coordenativo. Um total de 30 atividades foram distribuídas em seis circuitos, cada um contendo cinco atividades obrigatórias, aplicadas consecutivamente

três vezes por sessão. A organização dos circuitos seguiu os critérios de Winnick (2004) para facilitar a participação de crianças com TEA em ambientes esportivos, incluindo: 1. Presença de um assistente treinado; 2. Uso de tutores pares ou sistema de parceiros; 3. Transições claras entre atividades; 4. Comandos visuais para guiar as sequências de tarefas.

As atividades foram realizadas em grupos de três crianças, selecionadas por afinidades observadas durante a fase de familiarização, visando favorecer a cooperação e o engajamento social. O instrutor demonstrava todas as etapas de cada tarefa e utilizava sinais visuais e temporais para garantir previsibilidade e reduzir demandas de atenção sustentada. As instruções verbais eram breves, específicas e repetidas conforme necessário.

Cada circuito coordenativo apresentava uma sequência motora progressiva, estruturada em blocos com aumento gradual de complexidade ($A \rightarrow AB \rightarrow ABC \rightarrow BC$), o que favorecia a consolidação de padrões motores e a ampliação do controle atencional. As tarefas combinavam componentes de equilíbrio, coordenação, orientação espacial, organização temporal e velocidade-precisão, representadas em diferentes arranjos motores.

Por exemplo, nas primeiras semanas, as crianças realizavam saltos sobre cabos e bambolês alinhados, caminhadas sobre cordas em linha ou meia-lua e lançamentos de objetos em alvos fixos, enfatizando o controle postural e a organização espaço-temporal. Nos circuitos intermediários, as tarefas passaram a incluir saltos unipodais, deslocamentos em zigue-zague e manipulação de bolas durante o movimento, exigindo integração entre coordenação bimanual, equilíbrio dinâmico e controle atencional dividido. Nas últimas etapas, as atividades incorporaram dupla tarefa (movimento + alvo móvel), como arremessar bolas em bambolês móveis, conduzir bolas de diferentes tamanhos entre cones e subir escadas segurando objetos, o que aumentava as demandas de planejamento motor e flexibilidade cognitiva.

Cada circuito foi repetido por duas semanas, permitindo adaptação progressiva. A complexidade de cada tarefa foi quantificada por meio dos Índices de Dificuldade de Tarefa (IDT) e Índices de Dificuldade do Circuito (IDC), conforme o modelo proposto por Gonçalves et al. (2020). Esses índices consideraram parâmetros de motricidade fina e global, equilíbrio, esquema corporal, organização espacial e temporal, complexidade versus organização e velocidade versus precisão. Uma descrição completa das atividades, seus escores de dificuldade e o detalhamento dos seis circuitos aplicados encontra-se no material suplementar.

Cálculo do Índice de Dificuldade de Tarefa (IDT)

O IDT foi calculado com base nas demandas de aprendizagem motora, considerando quatro aspectos: 1. Componentes motores envolvidos — a complexidade aumentava com o número de componentes, como habilidades motoras finas, motoras grossas, equilíbrio e lateralidade; 2. Precisão exigida — especialmente para atividades que envolviam objetos instáveis ou precisão, pontuadas de 0 (nenhum requisito) a 3 (alto requisito); 3. Complexidade e organização da tarefa — pontuada de 0 (nenhuma complexidade) a 3 (alta complexidade com baixa organização); 4. Nível de dupla tarefa — atenção necessária para atividades motoras e cognitivas simultâneas, pontuada de 0 (foco total em uma única tarefa) a 2 (multitarefa) (Gonçalves et al., 2020).

Índice de Dificuldade do Circuito Motor (IDC)

Os circuitos foram organizados com base nos IDTs de suas tarefas. O IDC foi calculado como a soma dos IDTs de cada circuito. Ao longo das 12 semanas, foram incentivados aumentos graduais no IDT e no IDC para promover o desenvolvimento progressivo das habilidades motoras e cognitivas dos participantes (Gonçalves et al., 2020).

Análise de dados

Análises descritivas foram utilizadas para resumir as características da amostra e variáveis, considerando medidas de tendência central e dispersão. O teste de Shapiro-Wilk foi empregado para avaliar a distribuição dos dados. Um teste t pareado comparou as médias pré e pós-intervenção para os escores dos questionários CARS, ATEC e SNAP-IV.

Para os dados de controle postural, uma Equação de Estimação Generalizada foi utilizada para comparar diferenças entre as condições de olhos abertos e olhos fechados antes e após a intervenção. Os dados do centro de pressão foram ajustados pela massa corporal, que diferiu significativamente após a intervenção. O Critério de Informação de Akaike (AIC) foi utilizado para determinar o modelo mais adequado. Uma distribuição Gamma foi identificada nos dados, e uma função de link de identidade foi adotada para todas as análises (Hardin & Hilbe, 2013; Liang & Zeger, 1986). Testes de contraste pós-estimação e comparações pareadas de Bonferroni foram conduzidos para identificar as fontes de efeitos principais e interações significativas. Um nível de significância alfa de 0,05 (probabilidade de erro tipo I) e um poder estatístico alvo de 0,80 (1- β) foram assumidos. As análises estatísticas foram realizadas usando o software JAMOVI.

Resultados

Um total de 11 crianças foram inicialmente selecionadas, no entanto, apenas sete crianças completaram as avaliações pré e pós-intervenção. Os dados demográficos das crianças indicam que a idade média das crianças antes da intervenção era de $8,22 \pm 1,72$ anos, aumentando para $8,57 \pm 1,62$ anos no período pós-intervenção, sem diferença estatisticamente significativa ($p = 1,00$). A massa corporal média também apresentou um leve aumento, passando de $29,61 \pm 6,15$ kg para $30,77 \pm 6,23$ kg, com $p = 0,064$. A altura média das crianças aumentou de $131,22 \pm 9,25$ cm para $134,00 \pm 10,07$ cm, com $p = 0,057$. O Índice de Massa Corporal manteve-se praticamente inalterado, passando de $17,28 \pm 3,54$ para $17,40 \pm 3,64$, sem diferença estatística relevante ($p = 0,937$).

Os valores médios e desvios padrão dos instrumentos CARS, ATEC-1 e SNAP-IV nos períodos pré e pós-intervenção foram analisados, juntamente com seus respectivos valores de significância. No CARS-1, referente à classificação do TEA, a pontuação média antes da intervenção foi de $32,83 \pm 2,71$, sem valores disponíveis para o período pós-intervenção. No ATEC-1, os domínios avaliados apresentaram os seguintes resultados: em Fala/Linguagem, a pontuação média passou de $22,57 \pm 4,11$ para $23,57 \pm 4,11$ ($p = 0,393$); no domínio Socialização, os valores médios aumentaram de $9,42 \pm 7,41$ para $12,14 \pm 8,00$ ($p = 0,375$); no Comportamento Cognitivo, houve um aumento significativo de $7,85 \pm 4,25$ para $30,28 \pm 4,53$ ($p = 0,022$); já no Comportamento de Saúde, a pontuação média passou de $15,00 \pm 6,85$ para $19,57 \pm 11,37$ ($p = 0,235$). A pontuação total do ATEC-1 apresentou um aumento significativo, passando de $54,85 \pm 12,65$ para $85,57 \pm 19,24$ ($p = 0,016$). No SNAP-IV, os resultados indicam que a pontuação média no domínio de Desatenção reduziu significativamente de $17,42 \pm 1,71$ para $11,14 \pm 5,92$ ($p = 0,036$), enquanto no domínio de Hiperatividade houve uma redução de $14,42 \pm 7,18$ para $10,28 \pm 6,44$, mas sem significância estatística ($p = 0,207$). A pontuação total do SNAP-IV passou de $31,85 \pm 7,10$ para $21,42 \pm 9,60$, sem diferença estatisticamente significativa ($p = 0,150$). Os dados indicam efeitos positivos em algumas variáveis analisadas, especialmente no comportamento cognitivo do ATEC-1 e na desatenção do SNAP-IV.

A análise das variáveis de controle postural revelou que, embora o treinamento tenha sido eficaz em ambas as condições visuais, a intervenção pareceu ter um impacto mais acentuado em certas variáveis na condição de OF, especialmente na estabilidade lateral. Para outras variáveis, como a velocidade de ajuste postural, o impacto foi mais evidente na condição de OA, indicando que o feedback visual contribuiu para uma resposta mais rápida e eficiente. Notavelmente, não foi observada influência significativa da massa corporal nas variáveis de controle postural ($p > 0,05$).

A análise de interação entre as condições OA e OF e os momentos pré e pós-intervenção revelou diferenças significativas em diversas variáveis de controle postural. A área total do COP (A95%) apresentou uma interação significativa ($p = 0,026$), indicando que a intervenção afetou essas condições de forma distinta. Comparações post hoc revelaram reduções significativas em ambas as condições (OA: $p < 0,001$; OF: $p < 0,001$); no entanto, a redução foi mais pronunciada na condição OF, sugerindo que a intervenção teve um impacto mais profundo na estabilidade postural quando o feedback visual estava ausente.

A área anteroposterior não apresentou interação significativa ($p = 0,270$), mas demonstrou melhora significativa tanto em OA ($p < 0,001$) quanto em OF ($p = 0,005$). A melhora foi maior em OA, sugerindo que o controle no plano frontal foi mais sensível ao treinamento quando o feedback visual estava presente. Por outro lado, a área médiolateral exibiu uma interação significativa ($p < 0,001$). Embora ambas as condições tenham melhorado, a diferença foi mais acentuada em OF ($p < 0,001$) do que em OA ($p = 0,249$), indicando que o treinamento foi particularmente eficaz em melhorar a estabilidade lateral na ausência de feedback visual.

A Velocidade Média Total demonstrou uma interação significativa ($p < 0,001$), com melhorias observadas em ambas as condições (OA e OF, ambas $p < 0,001$). A melhora foi mais pronunciada em OA, sugerindo que o treinamento aprimorou uma resposta mais eficiente quando o feedback visual estava disponível. De forma semelhante, a velocidade anteroposterior apresentou uma interação significativa ($p < 0,001$), com melhora significativa em OA ($p < 0,001$), mas sem alteração em OF ($p = 0,709$). Esses achados indicam que a capacidade de ajuste postural no eixo ântero-posterior foi mais fortemente influenciada pelo treinamento com feedback visual.

Por outro lado, a velocidade mediolateral apresentou uma interação significativa ($p = 0,036$) com melhorias em ambas as condições (OA: $p < 0,001$; OF: $p < 0,001$). A diferença foi ligeiramente maior em OA, sugerindo que a capacidade de ajuste lateral melhorou de forma mais consistente com o feedback visual disponível.

A Raiz Quadrada Média anteroposterior não apresentou interação significativa ($p = 0,106$); no entanto, uma mudança significativa foi observada em OF ($p = 0,019$), enquanto OA permaneceu estável ($p = 1,00$). Por outro lado, a Raiz Quadrada Média mediolateral apresentou uma interação significativa ($p = 0,034$) com melhorias em ambas as condições (OA: $p < 0,001$; OF: $p = 0,020$). A maior mudança ocorreu em OA, sugerindo que a intervenção promoveu movimentos laterais mais consistentes quando o feedback visual estava presente (Tabela 1).

Em relação ao desempenho no CMM, foi observada uma redução nos erros para as tarefas 2, 4, 6, 7 e 8 ($p < 0,005$). No entanto, não foram encontradas diferenças significativas para as tarefas 1, 3 e 5 ($p > 0,05$). Além disso, foi observada uma redução no tempo médio de conclusão do CMM, diminuindo de 3 minutos e 14 segundos no pré-intervenção para 1 minuto e 18 segundos no pós-intervenção. A Figura 3 apresenta a média e o desvio padrão de erros por estação ao longo das três tentativas no CMM pré e pós-intervenção.

Tabela 1. Valores de interação entre condições (OF–OA) e momentos (Pós–Pré) para variáveis do COP.

Parâmetros	Efeitos	Estimativa	EP	Inferior	Superior	Z	p
A95%	OF-OA * POS-PRE	-3,45	1,55	-6,50	-0,41	-2,225	0,026*
A95%	OA Pre-Pos	5,26	0,60	4,08	6,43	8,72	<0,001*
A95%	OF Pre-Pos	31,03	1,82	27,47	34,59	17,01	<0,001*
Aap	OF-OA * POS-PRE	0,44	0,40	-0,34	1,23	0,27	0,270
Aap	OA Pre-Pos	1,45	0,26	0,95	1,95	5,42	<0,001*
Aap	OF Pre-Pos	1,00	0,30	0,42	0,58	3,33	0,005*
Aml	OF-OA * POS-PRE	-4,20	0,68	-5,55	-2,85	-6,11	<0,001*
Aml	OA Pre-Pos	0,66	0,32	0,04	1,28	2,03	0,249
Aml	OF Pre-Pos	4,87	0,60	3,70	6,04	8,05	<0,001
VMT	OF-OA * POS-PRE	3,50	0,94	1,64	5,36	3,68	<0,001*
VMT	OA Pre-Pos	7,35	0,61	6,16	8,54	12,04	<0,001
VMT	OF Pre-Pos	3,85	0,72	2,44	5,26	5,30	<0,001
Vap	OF-OA * POS-PRE	2,07	0,49	1,10	3,03	4,21	<0,001*
Vap	OA Pre-Pos	2,59	0,35	1,91	3,27	7,24	<0,001
Vap	OF Pre-Pos	0,52	0,33	-0,12	1,16	1,56	0,709
Vml	OF-OA * POS-PRE	1,83	0,87	0,11	3,55	2,09	0,036*
Vml	OA Pre-Pos	5,02	0,53	3,99	6,05	9,37	<0,001
Vml	OF Pre-Pos	3,19	0,69	1,84	4,54	4,61	<0,001
RMSap	OF-OA * POS-PRE	-0,05	0,03	-0,12	0,01	-1,61	0,106
RMSap	OA Pre-Pos	0,02	0,02	-0,01	0,05	1,29	1,00
RMSap	OF Pre-Pos	0,08	0,02	0,05	0,11	2,94	0,019*
RMSml	OF-OA * POS-PRE	0,12	0,05	0,00	0,24	2,12	0,034*
RMSml	OA Pre-Pos	0,25	0,03	0,16	0,34	6,49	<0,001
RMSml	OF Pre-Pos	0,12	0,04	0,05	0,19	2,94	0,020

AT: Total Área; Aap: Área Anteroposterior; Aml: Área Mediolateral; VMT: Velocidade Média Total; Vap: Velocidade Anteroposterior; Vml: Velocidade Mediolateral; RMSap: Root Mean Square Anteroposterior; RMSml: Root Mean Square Mediolateral. Nenhuma influência significativa do Índice de Massa Corporal (IMC) foi observada para nenhum dos dados; *p < 0,05.

Fonte: Elaborado pelos autores com dados da pesquisa. Pernambuco, 2025.

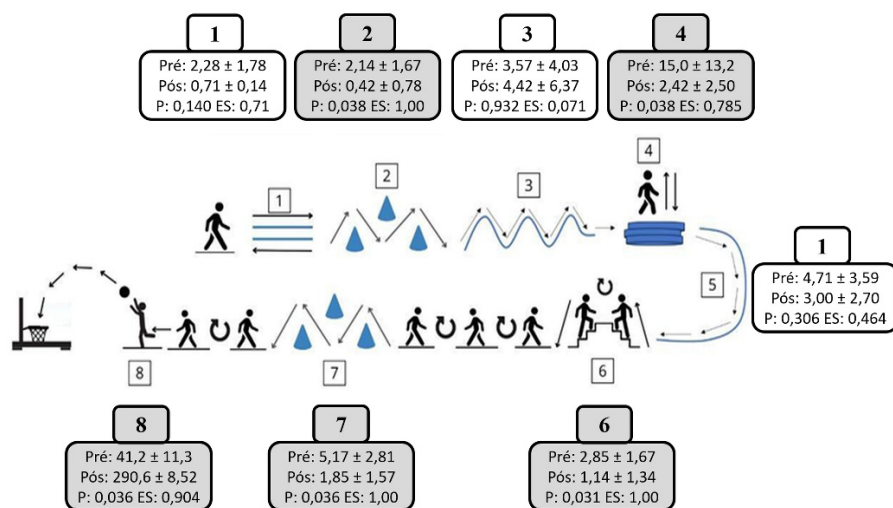


Figura 3. Média de Erros para Cada Tarefa ao Longo das Três Tentativas no CMM.

Fonte: Elaborado pelos autores com dados da pesquisa. Pernambuco, 2025.

Discussão

Os resultados deste estudo indicam que a ACC promoveu melhorias significativas no desempenho motor, na atenção e no controle postural de crianças com TEA nível 1. Após 12 semanas de intervenção, observou-se redução significativa na desatenção e aumento nos escores de comportamento, além de melhorias nas métricas do COP e no desempenho motor no CMM. No entanto, nem todos os aspectos comportamentais apresentaram mudanças marcantes, sugerindo que alguns benefícios podem exigir intervenções mais prolongadas ou direcionadas.

A redução na desatenção, medida pelo SNAP-IV, e o aumento nos escores cognitivo-comportamentais avaliados pelo ATEC, sugerem que a prática de atividades motoras estruturadas pode ter impactado positivamente os processos atencionais. A literatura reporta que o envolvimento ativo em exercícios coordenativos estimula a conectividade neural em redes sensorio-motoras e executivas, promovendo melhor regulação da atenção e do comportamento (Nejati & Derakhshan, 2021).

As atividades aplicadas neste estudo corresponderam ao protocolo original da ACC, desenvolvida pelo Grupo de Pesquisa em Plasticidade Neuromotora da UNIVASF, detalhado no material suplementar. Cada circuito compreendia cinco tarefas organizadas em progressão de complexidade motora e cognitiva, baseadas no IDT e IDC definidos empiricamente pelo grupo (Gonçalves et al., 2020). Os exercícios incluíam, por exemplo, saltos bipodais e unipodais entre bambolês e cordas, caminhadas sobre linhas ou superfícies estreitas, condução e quique de bolas em diferentes direções, lançamentos em alvos fixos e móveis, corridas de saco e subida de degraus transportando objetos. Essa estrutura foi concebida para exigir ajustes contínuos de equilíbrio, controle postural e organização espaço-temporal, demandando atenção sustentada, antecipação e controle inibitório.

A ACC foi planejada para promover progressão gradativa e previsível de dificuldade, permitindo que as crianças antecipassem os programas motores pela observação do ambiente, favorecendo a organização temporal e espacial da ação. Essa previsibilidade reduz a incerteza contextual e facilita o planejamento motor antecipatório, aspecto frequentemente comprometido em crianças com TEA. Além disso, a ACC foi construída com base nos princípios da aprendizagem motora coordenativa, que valorizam a variabilidade, a adaptação motora e a integração sensorio-cognitiva como mecanismos para a eficiência neural e o controle executivo (Lopes et al., 2011; Pesce, 2012).

Uma das características marcantes do TEA é a dificuldade no controle emocional e a rigidez cognitiva frente a mudanças inesperadas. A natureza gradativa e estável da ACC atua, portanto, como um mediador regulador, reduzindo a interferência contextual, a ansiedade e o estresse durante as tarefas. Esse ambiente previsível favorece maior aderência ao protocolo, melhor adaptação emocional e redução de comportamentos de evitação, criando condições para experiências motoras positivas e aumento da competência percebida. Embora a literatura aponte que, a longo prazo, maior interferência contextual possa gerar ganhos superiores de aprendizagem motora (Magill & Hall, 1990; Shea & Morgan, 1979), nesta fase de aplicação da ACC priorizou-se a aderência e o engajamento, essenciais para o desenvolvimento da autoconfiança e do prazer pela prática.

Além disso, o método enfatiza a qualidade do movimento, a concentração no próprio corpo, a otimização do esquema corporal e o desenvolvimento do senso crítico da criança sobre sua execução motora. Por sua organização gradativa e previsível, a ACC possibilita que a criança com TEA dissocie o estresse emocional do esforço cognitivo e físico, reduzindo a sobrecarga emocional e aumentando a concentração na tarefa.

Em síntese, os efeitos positivos observados não se devem a uma tarefa isolada, mas à estrutura integrada do circuito, que amplia o repertório motor, a consciência corporal, a percepção ambiental e temporal, e a autorregulação atencional e emocional. Em conjunto, esses fatores modulam positivamente o desempenho cognitivo-motor e sustentam a eficácia teórica e empírica da ACC.

Por outro lado, a ausência de mudanças significativas na hiperatividade sugere que a intervenção foi mais eficaz para processos atencionais do que para o controle motor impulsivo. Essa diferença pode estar relacionada à duração da intervenção ou ao tipo de estímulo motor aplicado, uma vez que programas focados na autorregulação motora e no controle inibitório tendem a apresentar efeitos mais expressivos na hiperatividade quando implementados por períodos mais longos (Bedard et al., 2021).

Os achados sobre controle postural reforçam a eficácia da ACC na estabilização do CoP. Observou-se que o impacto da intervenção variou conforme a condição visual, com maior estabilidade postural na condição de OF, sugerindo que o treinamento favoreceu a capacidade de adaptação postural na ausência de feedback visual. Essa adaptação pode refletir um aumento da eficiência dos sistemas somatossensorial e vestibular, responsáveis pela manutenção da postura quando o sistema visual é suprimido (Horak, 2006; Peterka, 2002; Chisari et al., 2024).

Além disso, o aprimoramento da velocidade e precisão dos ajustes posturais na condição de OA indica que a presença do feedback visual contribuiu para respostas motoras mais rápidas e eficientes, compatíveis com o fortalecimento das conexões entre áreas visuais, cerebelares e parietais, que integram informações espaciais e cinestésicas (Assländer & Peterka, 2014; Paulus et al., 1984).

Esses achados corroboram com evidências de que exercícios coordenativos e de equilíbrio dinâmico podem aprimorar a integração sensorio-motora, aumentando a capacidade de reorganizar estratégias posturais diante de diferentes fontes de informação sensorial (Donath et al., 2016; Goble & Baweja, 2018). Assim, o padrão de melhora observado em ambas as condições (OA e OF) sugere que a ACC contribuiu para um equilíbrio mais flexível e eficiente, com maior dependência relativa das aferências proprioceptivas em contextos de restrição visual, um indicativo de adaptação neural e controle postural mais automatizado.

A redução mais acentuada na oscilação lateral (médios-laterais) na condição OF sugere que a intervenção aprimorou a estabilidade sob maiores desafios sensoriais. Esse achado corrobora pesquisas que indicam que crianças com TEA apresentam dificuldades na integração sensorial, impactando a estabilidade postural, especialmente quando precisam compensar a ausência de pistas visuais (Abdel Ghafar et al., 2022).

A literatura mostra que intervenções motoras estruturadas podem melhorar a estabilidade postural, promovendo ajustes motores mais eficientes e reduzindo padrões de oscilação desorganizados em crianças com TEA (Ben Hassen et al., 2023; Frazão et al., 2023; Roça et al., 2022). Apesar de a área anteroposterior não ter apresentado interação significativa, um efeito positivo geral no equilíbrio foi observado, independentemente da presença de feedback visual. Já a área mediolateral apresentou uma melhora mais expressiva na condição OF, confirmando que crianças com TEA têm dificuldades específicas no controle lateral, as quais podem ser minimizadas com treinamento motor estruturado (Lim et al., 2017). Crianças com TEA processam o feedback visual de forma atenuada, o que pode afetar a eficiência das estratégias posturais e resultar em padrões motores menos adaptativos (Lim et al., 2020; Knight et al., 2023). A ACC, ao estimular ajustes posturais constantes em diferentes condições visuais, pode ter ajudado a melhorar essa integração sensorio-motora e a eficiência dos mecanismos de estabilidade.

No CMM, observou-se uma redução significativa nos erros em cinco das oito tarefas, bem como uma redução no tempo total de execução. Esses achados sugerem avanços na coordenação motora, na estabilidade dinâmica e na adaptação motora ao ambiente. A prática repetitiva de atividades motoras favorece a automação de padrões motores e a integração da coordenação bilateral, aspectos fundamentais para crianças com TEA (Ben Hassen et al., 2023; Chen et al., 2019).

Tarefas que exigiam controle lateral e intersegmentar, como correr em zigue-zague e equilibrar-se em tapetes instáveis, apresentaram maior melhora, indicando um aprimoramento na capacidade de ajuste postural dinâmico. Além disso, atividades que envolviam sequências motoras organizadas, como subir degraus e girar no eixo do corpo, demonstraram um impacto positivo no planejamento motor e na memória de trabalho motora, o que pode ter influenciado o desempenho cognitivo das crianças (Li et al., 2023; Gentile et al., 2024).

Apesar dos resultados promissores, o pequeno tamanho amostral (N = 7) pode ter limitado a significância estatística de algumas análises. Além disso, a não inclusão de participantes do sexo feminino restringe a generalização dos achados, e o foco exclusivo em crianças com TEA nível 1 impede a aplicação a outros níveis do espectro. Estudos futuros devem aumentar a amostra e estender o período de intervenção para investigar a sustentabilidade dos ganhos motores e atencionais ao longo do tempo.

Conclusão

Os achados deste estudo indicam que uma intervenção de 12 semanas, estruturada em formato de circuito, com atividades coordenativas, foi eficaz na melhoria do desempenho atencional, da estabilidade postural e da coordenação motora em crianças com TEA nível 1. Além disso, a ACC demonstrou ser uma estratégia acessível e de baixo custo, viabilizando sua aplicação com materiais simples e de fácil aquisição. Esses resultados sugerem que a intervenção pode ser uma alternativa viável para promover o desenvolvimento funcional de crianças com TEA em diferentes contextos, incluindo ambientes educacionais e clínicos. Estudos futuros devem explorar a ampliação dessa abordagem para crianças com outros níveis de TEA, investigando sua eficácia em diferentes perfis.

Referências

- Abdel Ghafar, M. A., Abdelraouf, O. R., Abdelgalil, A. A., Seyam, M. K., Radwan, R. E., & El-Bagalaty, A. E. (2022). Quantitative assessment of sensory integration and balance in children with autism spectrum disorders: cross-sectional study. *Children*, 9(3), 353. <http://doi.org/10.3390/children9030353>.
- AMERICAN PSYCHIATRIC ASSOCIATION (2022). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders* (5th ed.). Washington, DC: American Psychiatric Publishing. <http://doi.org/10.1176/appi.books.9780890425787>.
- Assländer, L., & Peterka, R. J. (2014). Sensory reweighting dynamics in human postural control. *Journal of Neurophysiology*, 111(9), 1852-1864. <http://doi.org/10.1152/jn.00669.2013>.
- Bedard, C., Bremer, E., Graham, J. D., Chirico, D., & Cairney, J. (2021). Examining the effects of acute cognitively engaging physical activity on cognition in children. *Frontiers in Psychology*, 12, 653133. <http://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.653133>.
- Ben Hassen, I., Abid, R., Ben Waer, F., Masmoudi, L., Sahli, S., Driss, T., & Hammouda, O. (2023). Intervention based on psychomotor rehabilitation in children with autism spectrum disorder: effect on postural control and sensory integration. *Children*, 10(9), 1480. <http://doi.org/10.3390/children10091480>.
- Bhat, A. N. (2020). Is motor impairment in autism spectrum disorder distinct from developmental coordination disorder? *Physical Therapy*, 100(4), 633-644. <http://doi.org/10.1093/ptj/pzz190>.

- Chen, L. C., Su, W. C., Ho, T. L., Lu, L., Tsai, W. C., Chiu, Y. N., & Jeng, S. F. (2019). Postural control and interceptive skills in children with autism spectrum disorder. *Physical Therapy, 99*(9), 1231-1241. <http://doi.org/10.1093/ptj/pzz084>.
- Chisari, D., Vitkovic, J., Clark, R., & Rance, G. (2024). Vestibular function and postural control in children with autism spectrum disorder. *Journal of Clinical Medicine, 13*(17), 5323. <http://doi.org/10.3390/jcm13175323>.
- Costa, D. S., Paula, J. J., Malloy-Diniz, L. F., Romano-Silva, M. A., & Miranda, D. M. (2019). Psychometric properties of the SNAP-IV questionnaire in a Brazilian sample of children. *Trends in Psychiatry and Psychotherapy, 41*(2), 1-8.
- Donath, L., Roth, R., Hübscher, M., Zahner, L., & Faude, O. (2016). Effects of slackline training on balance, jump performance and muscle activity in young children. *International Journal of Sports Medicine, 37*(6), 457-464.
- Eldridge, S. M., Chan, C. L., Campbell, M. J., Bond, C. M., Hopewell, S., Thabane, L., & Lancaster, G. A. (2016). CONSORT 2010 statement: extension to randomised pilot and feasibility trials. *BMJ (Clinical Research Ed.), 355*, i5239. <http://doi.org/10.1136/bmj.i5239>.
- Ferreiro-Pérez, M., Abuín-Porras, V., Martín-Casas, P., & Ortiz-Gutiérrez, R. M. (2024). Postural control and sensory processing in preschool children with autistic spectrum disorder: a cross-sectional study. *Children, 11*(3), 1-12. <http://doi.org/10.3390/children11030303>.
- Frazão, A., Santos, S., & Lebre, P. (2023). Psychomotor intervention practices for children with autism spectrum disorder: A scoping review. *Review Journal of Autism and Developmental Disorders, 10*(2), 319-336. <http://doi.org/10.1007/s40489-021-00295-2>.
- Freire, M. H., André, A. M., & Kummer, A. M. (2018). Test-retest reliability and concurrent validity of autism treatment evaluation checklist (ATEC). *Jornal Brasileiro de Psiquiatria, 67*(1), 63-64. <http://doi.org/10.1590/0047-2085000000186>.
- Gao, J., Song, W., Zhong, Y., Huang, D., Wang, J., Zhang, A., & Ke, X. (2024). Children with developmental coordination disorders: a review of approaches to assessment and intervention. *Frontiers in Neurology, 15*, 1-15. <http://doi.org/10.3389/fneur.2024.1359955>.
- Gentile, A. E., Rinella, S., Desogus, E., Verrelli, C. M., Iosa, M., Perciavalle, V., Ruggieri, M., & Polizzi, A. (2024). Motor imagery for paediatric neurorehabilitation: how much do we know? Perspectives from a systematic review. *Frontiers in Human Neuroscience, 18*, 1-14. <http://doi.org/10.3389/fnhum.2024.1245707>.
- Goble, D. J., & Baweja, H. S. (2018). Postural control strategies in children and adults with autism spectrum disorder. *Autism Research, 11*(8), 1142-1153.
- Gonçalves, C. S., Lemos, N. B. A. G., Lima, G. J. X., Silva, L. W. L., Landim, J. M. P., Carvalho, A. B., Coelho, E. D., & Lemos, F. A. (2020). Oito semanas de intervenção coordenativa é capaz de modular a variabilidade da frequência cardíaca em idosos? *Journal of Physical Education, 31*(1), 1-11. <http://doi.org/10.4025/jphyseduc.v31i1.3135>.
- Hardin, J. W., & Hilbe, J. M. (2013). *Generalized estimating equations*. Boca Raton: CRC Press.
- Horak, F. B. (2006). Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls? *Age and Ageing, 35*(Supl.2), ii7-ii11. <http://doi.org/10.1093/ageing/af077>.
- Hou, Y., Wang, Y., Deng, J., & Song, X. (2024). Effects of different exercise interventions on executive function in children with autism spectrum disorder: A network meta-analysis. *Frontiers in Psychiatry, 15*, 1-12. <http://doi.org/10.3389/fpsy.2024.1440123>.
- Iuculano, T., Padmanabhan, A., Chen, L., Nicholas, J., Mitsven, S., de los Angeles, C., & Menon, V. (2020). Neural correlates of cognitive variability in childhood autism and relation to heterogeneity in decision-making dynamics. *Developmental Cognitive Neuroscience, 42*, 1-12. <http://doi.org/10.1016/j.dcn.2020.100754>.
- Knight, E. J., Freedman, E. G., Myers, E. J., Berruti, A. S., Oakes, L. A., Cao, C. Z., Molholm, S., & Foxe, J. J. (2023). Severely attenuated visual feedback processing in children on the autism spectrum. *The Journal of Neuroscience: The Official Journal of the Society for Neuroscience, 43*(13), 2424-2438. <http://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.1192-22.2023>.
- Leisman, G., Melillo, R., & Melillo, T. (2023). Prefrontal functional connectivities in autism spectrum disorders: A connectopathic disorder affecting movement, interoception, and cognition. *Brain Research Bulletin, 198*, 65-76. <http://doi.org/10.1016/j.brainresbull.2023.04.004>.

- Li, Y., Liu, T., & Venuti, C. E. (2021). Development of postural stability in children with autism spectrum disorder: a cross-sectional study. *International Biomechanics*, 8(1), 54-62. <http://doi.org/10.1080/23335432.2021.1968316>.
- Li, Y., Feng, Y., Zhong, J., Zou, Z., Lan, W., Shen, Y., Gong, J., Zhao, B., Tong, C., Sit, C. H. P., & Hou, X. (2023). The Effects of physical activity interventions in children with Autism Spectrum Disorder: a systematic review and network meta-analysis. *Review Journal of Autism and Developmental Disorders*, 12(4), 651-665. <http://doi.org/10.1007/s40489-023-00418-x>.
- Liang, K. Y., & Zeger, S. L. (1986). Longitudinal data analysis using generalized linear models. *Biometrika*, 73(1), 13-22. <http://doi.org/10.1093/biomet/73.1.13>.
- Lim, Y. H., Partridge, K., Girdler, S., & Morris, S. L. (2017). Standing postural control in individuals with autism spectrum disorder: systematic review and meta-analysis. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 47(7), 2238-2253. <http://doi.org/10.1007/s10803-017-3144-y>.
- Lim, Y. H., Lee, H. C., Falkmer, T., Allison, G. T., Tan, T., Lee, W. L., & Morris, S. L. (2020). Effect of visual information on postural control in children with autism spectrum disorder. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 50(9), 3320-3325. <http://doi.org/10.1007/s10803-019-04182-y>.
- Lopes, V. P., Rodrigues, L. P., Maia, J. A. R., & Malina, R. M. (2011). Motor coordination as predictor of physical activity in childhood. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 21(5), 663-669. <http://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2009.01027.x>.
- Magill, R. A., & Hall, K. G. (1990). A review of the contextual interference effect in motor skill acquisition. *Human Movement Science*, 9(3-5), 241-289. [http://doi.org/10.1016/0167-9457\(90\)90005-X](http://doi.org/10.1016/0167-9457(90)90005-X).
- Marcilla-Jordá, M., Montañés-Martí, S., Moro-Ipola, M., & Rubio-Belmonte, C. (2025). La terapia ocupacional en su atención a los menores con trastorno del espectro autista: encuesta sobre la práctica clínica basada en evidencia. *Cadernos Brasileiros de Terapia Ocupacional*, 33, e3953. <http://doi.org/10.1590/2526-8910.ctoao404839533>.
- Mattos, P., Serra-Pinheiro, M. A., Rohde, L. A., & Pinto, D. (2006). Apresentação de uma versão em português para uso no Brasil do instrumento SNAP-IV de avaliação de sintomas do transtorno de déficit de atenção/hiperatividade e sintomas de transtorno desafiador e de oposição. *Revista de Psiquiatria do Rio Grande do Sul*, 28(3), 290-297. <http://doi.org/10.1590/S0101-81082006000300008>.
- Matsukura, T. S. (1998). A aplicabilidade da terapia ocupacional no tratamento do autismo infantil. *Cadernos de Terapia Ocupacional da UFSCar*, 6(1), 25-43.
- Nejati, V., & Derakhshan, N. (2021). The effect of physical activity with and without cognitive demand on the improvement of executive functions and behavioral symptoms in children with ADHD. *Expert Review of Neurotherapeutics*, 21(5), 607-614. <http://doi.org/10.1080/14737175.2021.1912600>.
- Nicholson, T., Williams, D. M., Lind, S. E., Grainger, C., & Carruthers, P. (2021). Linking metacognition and mindreading: evidence from autism and dual-task investigations. *Journal of Experimental Psychology. General*, 150(2), 206-220. <http://doi.org/10.1037/xge0000878>.
- Paulus, W. M., Straube, A., & Brandt, T. (1984). Visual stabilization of posture. *Brain*, 107(4), 1143-1163. <http://doi.org/10.1093/brain/107.4.1143>.
- Pereira, A. M., Riesgo, R. S., & Wagner, M. B. (2008). Autismo infantil: Tradução e validação da Childhood Autism Rating Scale para uso no Brasil. *Jornal de Pediatria*, 84(6), 487-494. <http://doi.org/10.1590/S0021-75572008000700004>.
- Pesce, C. (2012). Shifting the focus from quantitative to qualitative exercise characteristics in exercise and cognition research. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 34(6), 766-786. <http://doi.org/10.1123/jsep.34.6.766>.
- Peterka, R. J. (2002). Sensorimotor integration in human postural control. *Journal of Neurophysiology*, 88(3), 1097-1118. <http://doi.org/10.1152/jn.2002.88.3.1097>.
- Rimland, B., & Edelson, S. M. (1999). *Autism Treatment Evaluation Checklist*. San Diego: Autism Institute Research.
- Roşca, A. M., Rusu, L., Marin, M. I., Ene Voiculescu, V., & Ene Voiculescu, C. (2022). Physical activity design for balance rehabilitation in children with autism spectrum disorder. *Children*, 9(8), 1-15. <http://doi.org/10.3390/children9081152>.
- Ruhe, A., Fejer, R., & Walker, B. (2010). The test-retest reliability of centre of pressure measures in bipedal static task conditions: A systematic review of the literature. *Gait & Posture*, 32(4), 436-445. <http://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2010.09.012>.

- Schopler, E., Reichler, R. J., DeVellis, R. F., & Daly, K. (1980). Toward objective classification of childhood autism: childhood autism rating scale (CARS). *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 10(1), 91-103. <http://doi.org/10.1007/BF02408436>.
- Shea, J. B., & Morgan, R. L. (1979). Contextual interference effects on the acquisition, retention, and transfer of a motor skill. *Journal of Experimental Psychology. Human Learning and Memory*, 5(2), 179-187. <http://doi.org/10.1037/0278-7393.5.2.179>.
- Shi, P., & Feng, X. (2022). Motor skills and cognitive benefits in children and adolescents: relationship, mechanism and perspectives. *Frontiers in Psychology*, 13, 1-14. <http://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.1017825>.
- Stins, J. F., & Emck, C. (2018). Balance performance in autism: a brief overview. *Frontiers in Psychology*, 9, 1-6. <http://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.00901>.
- Subramanian, K., Brandenburg, C., Orsati, F., Soghomonian, J. J., Hussman, J. P., & Blatt, G. J. (2017). Basal ganglia and autism - a translational perspective. *Autism Research*, 10(11), 1751-1775. <http://doi.org/10.1002/aur.1837>.
- Swanson, J. M. (2001). *SNAP-IV Rating Scale*. Irvine: University of California, Department of Pediatrics.
- Tan, B. W. Z., Pooley, J. A., & Speelman, C. P. (2016). A meta-analytic review of the efficacy of physical exercise interventions on cognition in individuals with autism spectrum disorder and ADHD. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 46(9), 3126-3143. <http://doi.org/10.1007/s10803-016-2854-x>.
- Vasilopoulos, F., & Ellefson, M. R. (2021). Investigation of the associations between physical activity, self-regulation and educational outcomes in childhood. *PLoS One*, 16(5), 1-22. <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0250984>.
- Winnick, J. P. (2004). *Adapted physical education and sport* (4th ed.). Human Kinetics.

Contribuição dos Autores

Karoliny Teixeira Santos: organização do estudo, aplicação da intervenção, coleta de dados e escrita do manuscrito. Ana Cecília Pereira Gomes: processamento dos dados, análise estatística, entrega de devolutiva para os responsáveis e escrita do manuscrito. Terezinha Abel Alves: organização do estudo, aplicação da intervenção, coleta de dados e escrita do manuscrito. Queoma Silveira Lima: organização do estudo, aplicação da intervenção, coleta de dados e escrita do manuscrito. Natália Goulart Lemos: organização do estudo, planejamento da intervenção, processamento dos dados e revisão da escrita do manuscrito. Fernando Aguiar Lemos: organização do estudo, planejamento e supervisão da intervenção, processamento dos dados, análise estatística e revisão da escrita do manuscrito. Todos os autores aprovaram a versão final do texto.

Disponibilidade de Dados

Os dados que sustentam os resultados deste estudo estão disponíveis com o autor correspondente mediante solicitação.

Autor para correspondência

Fernando de Aguiar Lemos
e-mail: fernando.aguiar@univasf.edu.br

Editora de seção

Profª. Dra. Mariana Midori Sime

Material Suplementar

Este artigo acompanha material suplementar.

Legenda S1. Abordagem Coordenativa em Circuito/Circuitos Motores Coordenativos.

Este material está disponível como parte da versão online do artigo na página <https://doi.org/10.1590/2526-8910.cto411740411>