

Psicologia em Pesquisa

<https://periodicos.ufjf.br/index.php/psicologiaempesquisa>

Os efeitos da ABA na eficiência cognitiva de crianças com TEA

The effects of ABA on the cognitive efficiency of children with ASD

Los efectos de ABA en la eficiencia cognitiva de los niños con TEA

Patricia Daniela Binhardi-Bezam¹, Carlos Antônio Rodrigues Guerreiro², Mayra Antonelli-Ponti³ & Fabiana Maris Versuti⁴

¹ Universidade de São Paulo. E-mail: patricia@atima.com.br ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3417-2586>

² Universidade de São Paulo. E-mail: guerreirocar@usp.br ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4664-3912>

³ Universidade de São Paulo e Centro Universitário Barão de Mauá. E-mail: antonelli.mary@alumni.usp.br ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4931-2788>

⁴ Universidade de São Paulo. E-mail: fabiana_versuti@usp.br ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3504-4842>

Informações do Artigo:

Patricia Daniela Binhardi-Bezam

patricia@atima.com.br

Recebido em: 19/09/2023

Aceito em: 19/04/2024

RESUMO

A literatura científica vem buscando demonstrar o efeito promissor da Análise do Comportamento Aplicada (ABA) na eficiência cognitiva de crianças com Transtorno do Espectro Autista (TEA). Nesta perspectiva, este estudo, paramentado no teste R-2, avaliou o desempenho intelectual de crianças com TEA visando medir o efeito da ABA intensiva e de duração longa na inteligência. Participaram 60 crianças com idades entre 5 a 10 anos, divididas em três grupos distintos: o grupo TEA- ABA, o grupo TEA não-ABA e o grupo Neurotípicos. Os resultados demonstram que o maior desempenho intelectual no R-2, foi o do grupo TEA-ABA.

PALAVRAS-CHAVE:

Transtorno do espectro autista; Análise do comportamento aplicado; Teste R-2.

ABSTRACT

The scientific literature has been trying to demonstrate the promising effect of Applied Behavior Analysis (ABA) on the cognitive efficiency of children with Autism Spectrum Disorder (ASD). In this perspective, this study, based on the R-2 test, evaluated the intellectual performance of children with ASD in order to measure the effect of intensive ABA of long duration on intelligence. Sixty children aged 5 to 10 years participated, divided into three distinct groups: the ASD-ABA group, the non-ABA ASD group and the Neurotypical group. The results showed that the highest intellectual performance in the R-2 was observed in the ASD-ABA group.

KEYWORDS:

Autism spectrum disorder; Applied behavior analysis; R-2 nonverbal test of intelligence for children.

RESUMEN

La literatura científica ha intentado demostrar el efecto prometedor del Análisis Conductual Aplicado (ABA) en la eficiencia cognitiva de niños con Trastorno del Espectro Autista (TEA). Desde esta perspectiva, este estudio, basado en el test R-2, evaluó el rendimiento intelectual de niños con TEA para medir el efecto de un ABA intensivo y de larga duración sobre la inteligencia. Participaron 60 niños, de entre 5 y 10 años, divididos en tres grupos: TEA-ABA, TEA sin ABA y el grupo Neurotípico. Los resultados mostraron que el mayor rendimiento intelectual en el test R-2 se observó en el grupo TEA-ABA.

PALABRAS CLAVE:

Trastorno del espectro autista; Análisis conductual aplicado; Test R-2.

O transtorno do espectro autista (TEA), segundo o Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais (DSM-5), é caracterizado por prejuízos persistentes na comunicação e na interação social, com presença precoce de padrões de comportamento restritivos e repetitivos (American Psychiatric Association [APA], 2023). Trata-se de um transtorno de curso crônico e com diversidade sintomatológica, no entanto a característica mais marcante é o prejuízo verbal, fortemente relacionado ao atraso ou ausência da fala (Goyos, 2018).

A alta prevalência de TEA (uma em cada 36 crianças), segundo o último relatório do Centro de Controle e Prevenção de Doenças (Centers for Disease Control and Prevention, 2023) tem levado ao aumento dos serviços e intervenções terapêuticas para este público (Nascimento, Bitencourt, & Fleig, 2021). Neste contexto, a literatura enfatiza que os melhores

resultados prognósticos ocorrem quando a intervenção está embasada na análise do comportamento aplicada (ABA), com início precoce, aplicada de forma intensiva e com longa duração (Arvigo & Schwartzman, 2022; Gomes & Silveira, 2016; Gomes et al., 2017). A ABA, do inglês “*applied behavior analysis*”, foi introduzida no Brasil em 1961, por Fred S. Keller, na Universidade de São Paulo. Desde então, pesquisadores brasileiros fomentam uma articulação entre a ciência e a prática, um movimento que impulsionou definitivamente a ABA no país (Todorov & Hanna, 2010).

A ABA é comprometida com a sustentação empírica e aplica procedimentos baseados em evidências que buscam reduzir comportamentos considerados disfuncionais e ampliar repertórios sociais, verbais e acadêmicos, potencializando a aprendizagem (Andalécio et al., 2019; Dahiya et al., 2020; Escobal & Goyos, 2023). A intervenção baseada na ABA varia em termos de intensidade, duração, complexidade, extensão e modelo de tratamento, que pode ser focado ou abrangente (Council of Autism Service Providers [CASP], 2022). É possível ser implementada em diversos contextos, dentre eles o clínico, escolar e domiciliar, com a participação de toda a rede de apoio, o que possibilita cobrir as 40 horas semanais recomendadas pela Organização Mundial da Saúde (Benitez et al., 2020; Green, 2011; Virués-Ortega et al., 2013). De modo geral, a ABA concentra seus esforços em todas as habilidades prejudicadas no TEA, podendo com isso, minimizar lacunas cognitivas, interpretadas como déficits intelectuais (Grigorenko et al., 2018; Smith et al., 2019).

Inicialmente, a ABA prioriza o ensino dos pré-requisitos comportamentais, um repertório que envolve o responder comandos, sentar e permanecer sentado, estabelecer e manter contato visual, estabelecer e manter a atenção, aprender a imitar e imitar de forma generalizada, realizar o rastreamento visual, entre outros comportamentos que serão base para o ensino de habilidades mais complexas (Greer & Ross, 2008; Guerra et al., 2018; Reichow et al., 2018; Smith et al., 2000). São habilidades comportamentais ensinadas por um treino

denominado de tentativas discretas (DTI) do inglês, “*discrete-trial instruction*”, característico do tratamento conhecido como ABA (Lovaas, 1987), que vem demonstrando eficácia na ampliação de diversas habilidades em crianças com TEA (Cooper et al, 2007; Eikeseth et al., 2007; Shook et al., 2005; Yu et al., 2023). O ensino destes comportamentos é necessário para garantir a aquisição de repertórios mais complexos, por serem pré-requisitos para o ensino das habilidades acadêmicas, como a leitura e a matemática (Garcia et al., 2017). São ganhos no repertório que potencializam e eficiência cognitiva, aumentando o desempenho intelectual das crianças com TEA quando avaliadas por testes padronizados de inteligência (Escobal & Goyos, 2023; Smith et al, 2019).

Na última década a literatura vem se esforçando em descrever os ganhos das crianças com TEA em ABA com evidências de melhorias cognitivas, verbais e comportamentais, demonstrando efeito médio e superior no funcionamento intelectual (Dawson et al., 2010; Frazier et al., 2021; Grigorenko et al., 2018; Makrygianni et al., 2018; Smith et al., 2019; Soulières et al., 2011; Varella & Amaral, 2018). Crianças com TEA em ABA têm apresentado avanços cognitivos, que podem perdurar por um longo período de tempo, quando a intervenção é precoce (antes dos dois anos de idade), baseada na ABA (práticas baseadas em evidências), aplicada de forma intensiva (de 15 à 40 horas semanais) e de forma continuada (Andalécio et al., 2019; Dahiya et al., 2020; Reichow, 2012; Reichow et al., 2018; Virués-Ortega, 2010; Wallace & Rogers, 2010)

O estudo de Smith et al. (2019) realizou o acompanhamento longitudinal de crianças com TEA em intervenção baseada na ABA precoce, intensiva e de longa duração. Durante 10 anos, essas crianças estiveram em ABA e foram avaliadas cognitivamente por meio testes padronizados de inteligência. Os resultados demonstraram um aumento no desempenho intelectual a partir de dois anos em ABA, com escores no nível médio e superior, o que permitiu concluir que os ganhos cognitivos das crianças com TEA em ABA foram efetivos e

duradouros. Estudos que avaliaram a inteligência de crianças, jovens e adultos com TEA, utilizando testes não verbais de inteligência, têm demonstrado desempenho intelectual e pontuações de QI elevadas (Courchesne et al., 2015; Dawson et al., 2007; Dawson et al., 2010; Nader et al., 2016; Sbicigo et al., 2019; Soulières et al., 2010; Soulières et al., 2011). Outros estudos revelam, inclusive, escores superiores à média, quando este público tem acessibilidade às intervenções intensivas e baseadas na ABA (Carreiro et al., 2017; Frazier et al., 2021; Grigorenko et al., 2018; Makrygianni et al., 2018; Smith et al., 2019). Quanto às intervenções ecléticas, que compreendem a associação de terapêuticas mistas, a literatura descreve que mesmo quando é individualizada apresenta pouca eficácia para o público com TEA e as evidências disponíveis não são definitivas, por apresentarem resultados conflitantes (Arvigo & Schwartzman, 2022; Barboza et al., 2019; Eikeseth et al., 2007; Foxx, 2008; Grigorenko et al., 2018; Howard et al., 2014; Howlin, 1997).

Neste cenário, a avaliação da inteligência no TEA pode se configurar como uma estratégia efetiva no curso das intervenções clínicas e educacionais, gerando dados capazes de mensurar o desempenho intelectual destas crianças ao longo do programa terapêutico. Assim, embasando os analistas do comportamento, antes, durante e após a aplicação dos procedimentos comportamentais, fornecendo dados que podem paramentar o analista do comportamento quanto a calibragem de estratégias e prognóstico (Sella & Ribeiro, 2018). Assim, a avaliação da inteligência no TEA pode ser uma oportunidade de compreender os ganhos cognitivos de crianças com este diagnóstico, mas há desafios, uma vez que os testes que avaliam a inteligência no Brasil não foram estruturados considerando as necessidades específicas deste público, que em sua grande maioria apresenta prejuízos nas habilidades verbais (Macedo et al., 2013).

Nesta perspectiva, os testes não verbais de inteligência vêm sendo apontados como os melhores marcadores de inteligência no TEA, principalmente por não requerem competência vocal para sua execução, mas sim capacidade para analisar e manipular mentalmente as variáveis (Bandeira & Silva, 2017; Nader et al., 2016). As escalas não verbais mensuram o fator *g* de inteligência e são compostas por materiais homogêneos e visuais, baseados em problemas de educação das relações (Rosa & Alves, 2018). O estudo de Binhardi-Bezam et al. (2020) que avaliou a inteligência de crianças com TEA aplicando os testes não verbais RAVEN e Teste Não Verbal de Inteligência para Crianças R-2, demonstrou alta correlação entre estes testes ($r=0,89$), concluindo que ambos podem ser recomendados como escalas de primeira escolha para a avaliação da inteligência no TEA, confirmando assim outros estudos (Dawson et al., 2007; Kuo & Eack, 2020; Nader et al., 2016; Pacaro et al., 2011).

Neste contexto, a hipótese do presente estudo foi que crianças com TEA em intervenções baseadas na ABA, de duração longa (mais de dois anos de intervenção), intensiva (mínimo de 16 horas semanais) e abrangente (englobando assim ampliação do repertório cognitivo, acadêmico, comunicativo, social e adaptativo), podem apresentar um melhor desempenho intelectual, quando avaliadas por testes padronizados de inteligência, demonstrando assim o efeito cognitivo proporcionado pela ABA. Como instrumento de avaliação utilizou-se o Teste Não Verbal de Inteligência para Crianças (R-2), padronizado no Brasil. Para cumprir o objetivo, foi utilizado o delineamento de comparação do desempenho intelectual entre os grupos distintos do estudo, sendo eles: TEA-ABA, TEA- Não ABA e Neurotípicos (pessoas sem alterações no desenvolvimento neurológico, ou seja, sem neurodivergências).

Método

Trata-se de uma pesquisa de abordagem quantitativa e com delineamento de comparação entre grupos. Os participantes foram alocados em três grupos distintos, sendo divididos por compartilharem atributos que os caracterizavam como participantes destes. Nos grupos compostos por participantes diagnosticados com TEA (grupo TEA-ABA e grupo TEA-NÃO ABA), a única diferença entre grupos foi o embasamento teórico e técnico que fundamentava a intervenção terapêutica no qual estas crianças estavam sendo atendidas em clínicas especializadas no TEA. A mensuração, análise e interpretação dos dados foi realizada segundo os parâmetros do Manual Técnico do Teste R-2 (Rosa & Alves, 2018).

Participantes

A amostra foi triada e os potenciais participantes foram avaliados durante o primeiro semestre do ano de 2021, um período ainda marcado pela pandemia de COVID-19. Porém, todos os participantes haviam retornado ao ensino presencial nas escolas. Participaram um total de 60 crianças ($n=60$) com idades entre cinco e 10 anos, moradores da região noroeste do estado de São Paulo, divididos em três grupos distintos e compostos por 20 crianças participantes em cada grupo. A amostra foi selecionada por conveniência.

No grupo TEA-ABA, participaram crianças com TEA, atendidas em uma clínica especializada em ABA ao TEA, localizada em um município da região noroeste do estado de São Paulo. Todos os terapeutas seguiam um plano interventivo integrado, com a aplicação de estratégias comportamentais derivadas da ABA na modalidade abrangente e intensiva (mínimo de 16 horas semanais), de duração longa (mais de dois anos) em contexto clínico, por equipe composta por psicólogos, fonoaudiólogos, psicopedagogos e terapeutas ocupacionais, todos com especialização em análise do comportamento aplicada e supervisionados por doutores em ABA e com a certificação *Board Certified Behavior Analyst – Doctoral* - BCBA-D.

O grupo TEA-NÃO ABA foi composto também por crianças com TEA, que recebiam atendimento em uma clínica especializada no TEA, localizada em um município da região noroeste do estado de São Paulo, com atendimentos ecléticos. Neste contexto, os profissionais, dentre eles psicólogos, fonoaudiólogos, psicopedagogos e terapeutas ocupacionais, seguiam embasamentos diversos, sem alinhamento de estratégias e metas comuns. Todas as crianças deste grupo também recebiam 16 horas semanais de atendimento clínico, de longa duração a mais de dois anos. Por fim, no grupo Neurotípicos participaram crianças sem diagnóstico de TEA, alunos de escolas do ensino público e particular, localizadas em um município da região noroeste do estado de São Paulo.

Tabela 1

Caracterização da Total da Amostra (n= 60)

Caracterização		TEA-ABA		TEA-NÃO ABA		Neurotípicos	
		N	%	N	%	N	%
Idade	5 anos	7	35%	2	10%	6	30%
	6 anos	4	20%	4	20%	4	20%
	7 anos	2	10%	3	15%	1	5%
	8 anos	-	-	5	25%	3	15%
	9 anos	5	25%	4	20%	3	15%
	10 anos	2	10%	2	10%	3	15%
Gênero	Masculino	12	60%	14	70%	10	50%
	Feminino	8	40%	6	30%	10	50%
Matrícula	Particular	12	60%	8	40%	10	50%
	Pública	8	40%	12	60%	10	50%
Escolaridade	Educação Infantil	5	25%	3	15%	6	30%
	1º ano	7	35%	4	20%	5	25%
	2º ano	-	-	5	25%	1	5%
	3º ano	3	15%	4	20%	2	10%
	4º ano	2	10%	3	15%	4	20%
	5º ano	3	15%	1	5%	2	10%
Amostra Total		20	100%	20	100%	20	100%

Com relação à distribuição por gênero, os participantes do grupo TEA-ABA e TEA-Não ABA, foram mais 12 (60%) crianças do gênero masculino e 14 (70%) masculino, respectivamente. No grupo Neurotípicos o gênero foi equilibrado. Todos os participantes do estudo estavam matriculados em escolas de ensino regular e presencial, particular ou público, desde a educação infantil até o 5º ano do Ensino Fundamental (Tabela 1).

A entrevista realizada com os familiares buscou coletar dados sócio demográficos e informações gerais sobre repertório comportamental dos participantes. Assim, obtendo informações sobre os pré-requisitos necessários para a realização da avaliação, dentre eles: sentar e permanecer sentado, manter o engajamento; olhar e manter contato visual e apontar quando minimamente verbal.

Com a finalidade de definir os critérios de inclusão do público-alvo do estudo foram realizadas reuniões com os supervisores clínicos, visando a seleção dos potenciais participantes (mínimo de 16 horas semanais e com mais de dois anos em intervenção) e verificação dos laudos médicos anexados aos prontuários clínicos, para a confirmação diagnóstica e grau de acometimento (Níveis um e dois de suporte) (Tabela 2).

Tabela 2

Participantes TEA ABA e TEA-Não ABA, distribuídos por grau (leve e moderado)

	Grau	Frequência	Porcentagem
TEA-ABA	Leve	12	60%
	Moderado	8	40%
Total		40	100%
TEA-NÃO ABA	Leve	11	55%
	Moderado	9	45%
Total		40	100%

Instrumentos

- Entrevista (Embasada no Protocolo TEA; Secretaria de Saúde de São Paulo, 2013): Realizada com os familiares responsáveis com o objetivo de coletar dados sócio demográficos, informações gerais para caracterização da amostra e realizar um levantamento sobre o repertório comportamental de entrada dos potenciais participantes, certificando-se de que haviam concluído os pré-requisitos comportamentais preliminares por meio da estrutura de ensino por tentativas discretas, ABA (Lovaas, 1987).
- Teste não verbal de Inteligência para Crianças R-2 (Rosa & Alves, 2018): É uma escala psicométrica publicada pela Editora Vetor que avalia a inteligência geral (fator g), por meio de tarefas não verbais. É um instrumento composto por um livro de instruções; 30 pranchas com figuras coloridas; Manual Técnico, bloco com folhas de respostas e crivo de correção. Seu público alvo são crianças com idade entre cinco e onze anos e nove meses. Sua aplicação é individual e não possui limite de tempo. Está organizado em ordem crescente de dificuldade, sendo composto por pranchas que envolvem raciocínios como igualdade, soma, analogia, identidade, completamento da figura, raciocínio classificatório, raciocínio numérico e raciocínio espacial, dentre outros (Rosa & Alves, 2018).

Procedimentos

Coleta de Dados

A coleta de dados ocorreu em 2021, um período ainda marcado pelo cenário de Pandemia de COVID-19. Neste contexto, foram seguidas todas as recomendações sanitárias pertinentes (salas arejadas, com disponibilização de máscaras descartáveis de proteção facial e álcool gel aos participantes). Foram realizadas duas sessões, sendo a primeira para a entrevista com o familiar responsável e a segunda para a aplicação do teste R-2. Todos os participantes

dos grupos TEA (ABA e Não-ABA) já haviam iniciado as intervenções intensivas há mais de dois anos; estando assim todos em ABA intensiva e de longa duração quando foi aplicado o Teste R-2. As avaliações dos grupos TEA (ABA e Não-ABA) ocorreram nas clínicas colaboradoras do estudo especializadas no atendimento ao TEA. As avaliações dos participantes do grupo Neurotípicos foram realizadas nas escolas colaboradoras do estudo.

Aspectos Éticos

Esta pesquisa foi submetida e aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da Universidade de São Paulo. O TCLE e o TALE foram documentos que garantiram os esclarecimentos quanto aos aspectos éticos, dentre eles: anonimato, participação voluntária e liberdade para aceitar ou não colaborar com a proposta. O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) foi lido e entregue aos familiares responsáveis, que receberam todas as informações com relação ao estudo, e, mediante os esclarecimentos, aceitaram a participação do filho, assinando o TCLE ao final da sessão da entrevista. O Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) foi confeccionado com linguagem clara e recursos visuais, visando ampliar a compreensão das crianças, sendo lido anteriormente ao início da avaliação, confirmando assim a aceitação em participar do estudo.

Análise de Dados

As análises estatísticas foram realizadas com o uso de *software* estatístico SPSS 26. A mensuração e classificação dos dados utilizou como base a amostra normativa do Teste Não Verbal de Inteligência para Crianças (R-2) de Rosa e Alves (2018). Para o cálculo do tamanho amostral foi utilizado o *G-Power* 3.1.9.7 com base no artigo de Rosa et al (2013), com $\alpha = 0,05$, $\beta = 0,8$, efeito $f = 0,42$, que incluiu um estudo com o R-2, definindo como amostra mínima requerida o n de 60 participante.

Os escores brutos (pontuação total) foram convertidos em escore percentílico (amostra normativa) e posteriormente interpretados em níveis de inteligência subdivididas em: muito superior, superior, média superior, média, média inferior, limítrofe e intelectualmente deficiente (R-2, 2018). Foi mensurado também o *Escore Padrão ou Escore Z (QI)*, uma medida expressa no sentido do escore do sujeito em relação aos escores de uma amostra normativa. Para tanto, calculou-se o escore Z – escore bruto do participante – escore médio da amostra/desvio padrão da amostra. O resultado deste cálculo, foi transposto para uma nova unidade: $QI = (\text{escore-}Z \text{ do participante} \times 15) + 100$, obtendo-se o escore Z . Segundo a literatura, o escore padronizado Z possui média igual a 100 e desvio padrão igual a 15. Logo, valores entre 85 e 115, estão na amplitude da normalidade (Silva, 2007).

Uma ANOVA *One-Way*, foi realizada para comparar os resultados de escore Z , entre os grupos supracitados. A normalidade dos dados foi avaliada por meio dos testes *Kolmogorov-Smirnov* e *Shapiro-Wilk*. O pressuposto de homogeneidade de variância foi avaliado por meio do teste de Levene. Foram realizados procedimentos de *bootstrapping* (1000 reamostragens; 95% IC BCa) para uma maior confiabilidade dos resultados, corrigir desvios de normalidade da distribuição da amostra e diferenças entre os tamanhos dos grupos, mantendo um intervalo de confiança de 95% para as diferenças entre as médias (Haukoos & Lewis, 2005).

Resultados

Tabela 3

Percentil Distribuído por Grupos e Divididos em Frequência e Porcentagem (R-2)

Percentil R-2	TEA-ABA		TEA NÃO-ABA		NEUROTÍPICOS	
50	-	-	3	15%	-	-
60	-	-	2	10%	8	40%
70	3	15%	10	50%	5	25%
80	2	10%	5	25%	6	30%
90	8	40%	-	-	1	5%
95	6	30%	-	-	-	-
99	1	5%	-	-	-	-
Total	20	100%	20	100%	20	50%

No grupo TEA-ABA a maior parte dos participantes estão no percentil 90-95, no grupo TEA-Não ABA no percentil 70 e no grupo Neurotípicos no percentil 60 -70 (Tabela 3).

Os percentis foram interpretados em níveis classificatórios (R-2, 2018) evidenciando desempenho intelectual na faixa média superior e superior no grupo TEA-ABA e no grupo TEA-NÃO ABA e Neurotípicos na faixa média de inteligência (Tabela 4).

O ANOVA [$F(2, 57) = 21,956, p < 0,001, \eta^2 = 0,43, \omega^2 = 0,41$] possibilitou comparar as variâncias entre médias entre grupos e os resultados demonstram que o grupo TEA-ABA concentrou-se no escore padrão (Z) igual a 120 ($DP = 7,4$); o grupo TEA-Não ABA na média 107 ($DP = 7,32$) e o grupo Neurotípicos, média de 107 $DP = (6,97)$. Os resultados descritivos das diferenças entre os grupos encontram-se na Tabela 5.

Tabela 4*Níveis de Classificação dos Participantes no R-2.*

Classificação	TEA-ABA		TEA NÃO-ABA		NEUROTÍPICOS	
Muito Superior	1	5%	-		1	5%
Superior	6	30%	-		-	-
Médio Superior	10	50%	6	30%	7	35%
Médio	3	15%	14	70%	12	60%
Médio Inferior	-	-	-		-	-
Total	20	100%	20	100%	20	100%

Tabela 5

ANOVA-Estatísticas Descritivas de Escore Padrão, com a Análise das Médias da Amostra Total por Grupos

		Estatísticas Descritivas	Estimativas de Bootstrapping Intervalo de Confiança (95% IC Bca)		
			Erro Padrão	Limite Inferior	Limite Superior
TEA-ABA	Média	120,5	1,64	117,15	123,88
	Desvio Padrão	7,41	0,71	6,25	8,02
TEA-NÃO ABA	Média	107,0	1,68	104,05	110,25
	Desvio Padrão	7,32	0,98	5,50	8,53
NEUROTÍPICOS	Média	107,75	1,53	104,50	110,41
	Desvio Padrão	6,97	0,62	5,99	7,52
AMOSTRA TOTAL	Média	111,75	1,20	109,50	114,08
	Desvio Padrão	9,47	0,79	8,04	10,74

Os testes de distribuição de normalidade demonstram que os escores padrão do R-2 não apresentavam distribuição normal (*Kolmogorov-Smirnov* = 0,132, $p < 0,01$; *Shapiro-Wilk* = 0,94, $p < 0,01$). Teste de Levene demonstra que os grupos apresentam homogeneidade de variância (Levene (57) = 0,017, $p < 0,98$).

Por fim, as análises a posteriori (*post hoc* de Bonferroni) demonstram que grupo TEA-ABA ($M = 120,29$; $DP = 1,9$) apresenta um desempenho intelectual superior quando comparado aos outros grupos, sendo o TEA-Não ABA ($M = 107,11$; $DP = 1,72$; $p < 0,002$) e o Neurotípicos ($M = 107,84$; $DP = 1,69$, $p = 0,001$). Não houve diferença significativa entre os resultados do TEA-Não ABA e Neurotípicos ($p = 0,73$).

Discussão

Considerando a robusta literatura que compõe a ABA, a última década vem presenciando o esforço desta ciência na produção de evidências quanto à eficiência cognitiva proporcionados ao público com TEA (Asta & Persico, 2022; Frazier et al., 2021; Grigorenko, 2018; Makrygianni et al., 2018; Smith et al., 2019; Yu et al., 2023). Nesta perspectiva, este estudo propôs ampliar o conhecimento sobre a inteligência no TEA, tendo por objetivo avaliar o desempenho intelectual no Teste Não Verbal de Inteligência (R-2) em crianças brasileiras, com idade entre cinco e 10 anos, diagnosticadas com TEA, reforçando o efeito cognitivo da ABA (mínimo de 16 horas semanais) de duração longa (mais de 2 anos) na inteligência dessas crianças. Secundariamente, buscou potencializar o teste R-2 como um instrumento de avaliação da inteligência para este público-alvo, haja vista a pouca oferta de testes psicométricos considerados adequados ao TEA no Brasil.

Os resultados demonstram que os participantes do grupo TEA-ABA apresentam o melhor desempenho, concentrando-se nos percentis mais altos, entre 90 (40%) e 95 (30%); enquanto o grupo TEA- Não ABA obteve percentil na abrangência de 70 (50%) a 80 (25%) e o grupo Neurotípicos alcançaram 60 (40%), 70 (25%) e 80 (30%). Estes escores ao serem

classificados em níveis de inteligência, evidenciam que o grupo TEA-ABA apresenta nível de inteligência na faixa média superior e superior, enquanto os grupos TEA-Não ABA e Neurotípicos concentram-se nos níveis médios. Os resultados em escore padrão Z (QI), foram comparados pelo ANOVA, confirmando a diferença no desempenho entre os três grupos independentes deste estudo. E o teste *post hoc* de Bonferroni demonstra que o grupo TEA-ABA apresenta um melhor desempenho no R-2 em relação aos grupos TEA-Não ABA e Neurotípicos. Entretanto, não houve diferença significativa entre o grupo de Neurotípico e TEA-Não ABA.

Os resultados revelam de modo mais amplo que os três grupos participantes do estudo demonstram eficiência cognitiva, evidenciado escores não inferiores à média 100 a 115 (desvio padrão = 15). Mas evidencia principalmente que as crianças com TEA em ABA apresentam desempenho mais elevados no R-2, o que pode inferir sobre o efeito que a ABA vêm proporcionando na eficiência cognitiva em crianças com TEA (Andalécio et al., 2019; Arvigo & Schwartzman, 2022; Barboza et al., 2019; Benitez et al., 2020; Carvalho-Filha et al., 2019; Cooper et al., 2007; Garcia et al., 2017; Gomes et al., 2017; Grigorenko et al., 2018; Lovaas, 1987). Um resultado que corrobora estudos anteriores como o de Granpeesheh et al. (2009), que avaliou o desempenho intelectual em crianças com TEA em ABA intensiva e de longa duração, demonstrando um aumento na aquisição de novas competências cognitivas ao longo da intervenção baseada na ABA. Outro estudo semelhante é o de Makrygianni et al. (2018), que avaliou o desempenho intelectual de crianças com TEA em intervenções analítico comportamentais aplicadas, identificando um aumento nas pontuações de QI em testes de inteligência, com melhoria nas habilidades linguísticas e diminuição na intensidade dos sintomas característicos do diagnóstico, já a partir de dois anos em ABA.

Os resultados confirmam também estudos anteriores que descrevem os testes não verbais de inteligência como os mais adequados ao público com TEA (Binhardi-Bezam, et al., 2020; Mottron, 2011; Nader et al., 2016). Estes testes não possuem palavras em sua formulação, minimizando assim a necessidade da linguagem durante a sua execução (Brown et al., 2006). São escalas que não requerem competência vocal, demonstrando-se uma alternativa na avaliação da inteligência no TEA (Bandeira & Silva, 2017; Macedo et al, 2013).

De modo geral, o estudo revela que as crianças com TEA em intervenção baseada na ABA, intensiva e com duração longa, demonstram maior desempenho intelectual no R-2, com escores médio superior e superior. Um resultado que confirma a hipótese inicial deste estudo sobre o efeito da ciência ABA no desempenho intelectual de crianças com TEA, quando comparadas ao desempenho de crianças com TEA em terapêuticas ecléticas (Não-ABA). E, cumpre o objetivo de fortalecer o teste R-2 como um instrumento padronizado de avaliação da inteligência em crianças com TEA, haja vista a pouca oferta de testes psicométricos adequados a este público, disponíveis no Brasil (Benitez et al., 2020; Bim & de Almeida, 2020; Garcia et al., 2017; Miot, 2017).

Novas pesquisas poderão replicar este estudo, ampliando a amostra e mensurando a inteligência por meio de outros testes não-verbais, normatizadas no Brasil.

Considerações Finais

Os resultados ampliam o conhecimento sobre o desempenho intelectual de crianças com TEA no teste R-2 e permitem pensar sobre o caráter protetivo da ABA na eficiência cognitiva de crianças com este diagnóstico, fortalecendo a correlação ABA e eficiência cognitiva. É possível pensar sobre o quanto a acessibilidade às intervenções baseadas na ABA vêm diminuindo lacunas que poderiam colocar crianças com TEA em desvantagem, quando avaliadas em testes padronizados de inteligência. E por fim, os resultados, potencializam o

Teste Não Verbal de Inteligência para Crianças (R-2), como um instrumento de avaliação da inteligência no TEA.

Referências

- American Psychiatric Association. (2023). *Manual diagnóstico e estatístico de transtornos mentais-DSM-5-TR*. (5ª Ed., Texto Revisado). Artmed.
- Andalécio, A. C. G. S. M., Gomes, C. G. S., Silveira, A. D., Oliveira, I. M. O., & Castro, R. C. (2019). Efeitos de 5 anos de intervenção comportamental intensiva. *Revista Brasileira de Educação Especial*, 25(3), 389–402. <https://doi.org/10.1590/s1413-65382519000300003>
- Arvigo, M. C., & Schwartzman, J. S. (2022). Diminuição dos principais sinais de TEA em crianças com diagnóstico precoce. *Revista Neurociências*, 30, 1–30. <https://doi.org/10.34024/rnc.2022.v30.13296>
- Asta, L., & Persico, A., M. (2022). Differential predictors of response to early start denver model vs. early intensive behavioral intervention in young children with autism spectrum disorder: A systematic review and meta-analysis. *Brain Sciences*, 12(11), 2–27, 14–99. <https://doi.org/10.3390/brainsci12111499>
- Bandeira, D. R., & Silva, M. A. (2017). *Psicodiagnósticos em casos de suspeita de transtorno do espectro autista*. Hogrefe.
- Barboza, A. A., Costa, L. C. B., & Barros, R. S. (2019). Instructional videomodeling to teach mothers of children with autism to implement discrete trials: A systematic replication. *Trends in Psychology*, 27(3), 795–804. <https://doi.org/10.9788/TP2019.3-14>
- Benitez, P., Albuquerque, I., Manoni, N. V., Ribeiro, A. F., & Bondioli, R. M. (2020). Development and learning center: An interdisciplinary case study in applied behavior analysis. *Psicologia - Teoria e Prática*, 22(1). <https://doi.org/10.5935/1980-6906/psicologia.v22n1p351-367>
- Bim, N. R., & Almeida, J. H. (2020). Como a teoria das molduras relacionais (RFT) transforma a clínica comportamental – estratégias recentes para aplicação. *Perspectivas em Análise*

- do Comportamento*, 10(2), 294–304. <https://doi.org/10.18761/pac.2019.v10.n2.08>
- Binhardi-Bezam, P. D., Antonelli-Ponti, M., & Silva, J. A. (2020). Evidências de validade convergente Raven e R-2 em crianças com TEA. *Revista Psicologia em Pesquisa*, 14(3), 249–268. <https://doi.org/10.34019/1982-1247.2020.v14.30531>
- Brown, S., Martinez, M. J., & Parsons, L. M. (2006). Music and language side by side in the brain: a PET study of the generation of melodies and sentences. *European Journal of Neuroscience*, 23(10), 2791–2803. [10.1111/j.1460-9568.2006.04785.x](https://doi.org/10.1111/j.1460-9568.2006.04785.x)
- Carreiro, L. R. R., Marino, F. M., Siqueira, A. R. C., & Ribeiro, A. F. (2017). *Avaliação da inteligência em crianças com transtorno do espectro autista*. Hogrefe.
- Carvalho-Filha, F. S. S., Nascimento, I. B. R., Santos, J. C., Silva, M. V. R. S., Moraes-Filho, I. M., & Viana, L. M. M. (2019). Análise do comportamento aplicada ao transtorno do espectro autista: aspectos terapêuticos e instrumentos utilizados - uma revisão integrativa. *REVISA*, 8(4), 525–536. <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/biblio-1051115>
- Centers for Disease Control and Prevention. (2023). Prevalence of autism spectrum disorder among children aged 8 years– Autism and developmental disabilities monitoring network, 11 sites, United States, 2020. *Morbidity and Mortality Weekly Report Surveillance Summaries*, 72(2), 1–14. <http://dx.doi.org/10.15585/mmwr.ss7202a1>
- Cooper, J. O., Heron, T. E., & Heward, W. L. (2007). Definition and characteristics of applied behavior analysis. In J. O. Cooper, T. E. Heron, W. L. Heward, (Eds.). *Applied Behavior Analysis*. (2nd Edition., pp. 2–23). Pearson.
- Council of Autism Service Providers. (2022). *Tratamento baseado na análise do comportamento aplicada para o transtorno do espectro autista: Diretrizes práticas para financiadores e gestores de saúde* (2ª ed. em português, L. A. Sump & M. C. Guimarães ed.). DAXTA.

- Courchesne, V., Meilleur, A. A., Poulin-Lord, M. P., Dawson, M., & Soulières, I. (2015). Autistic children at risk of being underestimated: School-based pilot study of a strength-informed assessment. *Molecular Autism*, 6(12), 1–10. <https://doi.org/10.1186/s13229-015-0006-3>
- Dahiya, A. V., McDonnell, C., DeLucia, E., & Scarpa, A. (2020). A systematic review of remote telehealth assessments for early signs of autism spectrum disorder: Video and mobile applications. *Practice Innovations*, 5(2), 150–164. <https://doi.org/10.1037/pri0000121>
- Dawson, G., Rogers, S., Munson, J., Smith, M., Winter, J., Greenon, J., Donaldson, A., & Varley, J. (2010). Randomized, controlled trial of an intervention for toddlers with autism: The Early Start Denver Model. *Pediatrics*, 125(1), Artigo e17–e23. <https://doi.org/10.1542/peds.2009-0958>
- Dawson, M., Scullers, I., Grenache, M., & Mottron, L. (2007). The level and nature of autistic intelligence. *Psychological Science*, 18(8), 657–662. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.2007.01954.x>
- Eikeseth, S., Smith, T., Jahr, E., & Eldevik, S. (2007). Outcome for children with autism who began intensive behavioral treatment between age 4 and 7: A comparison controlled study. *Behavior Modification*, 31(3), 264–278. <https://doi.org/10.1177/0145445506291396>
- Escobal, G., & Goyos, C. (2023). Terapêutica comportamental para adulto com autismo. In: J. A. Del Porto & F. B. Assunção Jr. (Orgs.), *Autismo no Adulto*. (1ª. Ed). Artmed.
- Foxx, R. M. (2008). Applied behavior analysis treatment of autism: The state of art. *Child and Adolescent Psychiatric Clinics of North America*, 17(4), 821–834. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1016/j.chc.2008.06.007>
- Frazier, T. W., Klingemier, E. W., Anderson, C. J., Gengoux, G. W., Youngstrom, E. A., &

- Hardan, A. Y. A. (2021) Longitudinal study of language trajectories and treatment outcomes of early intensive behavioral intervention for autism. *Journal of Autism Developmental Disorders*, 51(12), 4536–4550. <https://doi.org/10.1007/s10803-021-04900-5>
- Garcia, R. V. B., Arantes, A. K. L., & Goyos, A. C. D. N. (2017). Ensino de relações numéricas para crianças com transtorno do espectro autista. *Psicologia da Educação*, (45), 11–20. <https://doi.org/10.5935/2175-3520.20170013>
- Ghezzi, P. M. (2007). Discrete trials teaching. *Psychology in the Schools*, 44(7), 667–679. <https://doi.org/10.1002/pits.20256>
- Gomes, C. G. S., & Silveira, A. D. (2016). *Ensino de habilidades básicas para pessoas com autismo: Manual para intervenção comportamental intensiva*. Appris.
- Gomes, C. G. S., Souza, D. G., Silveira, A. D., & Oliveira, I. M. (2017). Intervenção comportamental precoce e intensiva com crianças com autismo por meio da capacitação de cuidadores. *Revista Brasileira de Educação Especial*, 23(3), 377–390. <https://doi.org/10.1590/S1413-65382317000300005>
- Goyos, C. (2018). *ABA: Ensino da fala para pessoas com autismo*. Ed. Edicon.
- Granpeesheh, D., Dixon, D. R., Tarbox, J., Kaplan, A. M., & Wilke, A. E. (2009). The effects of age and treatment intensity on behavioral intervention outcomes for children with autism spectrum disorders. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 3(4), 1014–1022. <https://doi.org/10.1016/j.rasd.2009.06.007>
- Green, G. (2011). Early intensive behavior analytic intervention for autism spectrum disorders. In E. A. Mayville & J. A. Mulick (Eds.). *Behavioral Foundations of Effective Autism Treatment* (pp. 183–199). Sloan Publishing.
- Greer, R. D., & Ross, D. E (2008). *Verbal Behavior Analysis: Inducing and expanding new verbal capabilities in children with language delays*. Pearson.

- Grigorenko, E. L., Torres, S., Lebedeva, E. I., & Bondar, Y. A. (2018). Evidence-based interventions for ASD: A focus on applied behavior analysis (ABA) interventions *Psychology, Journal of the Higher School of Economics*, 15(4), 711–727. <https://doi.org/10.17323/1813-8918-2018-4-711-727>
- Guerra, B. T., Almeida-Verdu, A. C. M., Pessenda, B., & Alvarez, M. F. C. (2018). Ensino de repertórios requisitos e os efeitos sobre comportamentos incompatíveis com aprendizagem em crianças com Transtorno do Espectro Autista. *Psicologia Revista*, 27(2), 377–400. <https://doi.org/10.23925/2594-3871.2018v27i2p377-400>
- Haukoos, J. S., & Lewis, R. J. (2005). Advanced statistics: bootstrapping confidence intervals for statistics with “difficult” distributions. *Academic Emergency Medicine*, 12(4), 360–365. [10.1197/j.aem.2004.11.018](https://doi.org/10.1197/j.aem.2004.11.018)
- Howard, J. S., Stanislaw, H., Green, G., Sparkman, C. R., & Cohen, H. G. (2014). Comparison of behavior analytic and eclectic early interventions for young children with autism after three years. *Research*, 35(12), 3326–3344. [10.1016/j.ridd.2014.08.021](https://doi.org/10.1016/j.ridd.2014.08.021)
- Howlin, P. (1997). Interventions for people with autism: Recent advances. *Advances in Psychiatric Treatment*, 3(2), 94–102. <https://doi.org/10.1192/apt.3.2.94>
- Kuo, S. S., & Eack, S. M. (2020). Meta-analysis of cognitive performance in neurodevelopmental disorders during adulthood: Comparisons between autism spectrum disorder and schizophrenia on the Wechsler Adult Intelligence Scales. *Frontiers in Psychiatry*, 11, 1–16. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2020.00187>
- Lovaas, O. I. (1987). Behavioral treatment and normal educational and intellectual functioning in young autistic children. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 55(1), 3–9. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/0022-006X.55.1.3>
- Macedo, E. C., Mecca, T. P., Valentini, F., Laros, J. A. A., Lima, R. M. F., & Schwartzman, J. S. (2013). Utilizando o teste não verbal de inteligência SON-R 2 ½ - 7 [a] para avaliar

- crianças com transtornos do espectro do autismo. *Revista Educação Especial*, 26(47), 603–618. <https://doi.org/10.5902/1984686x9779>
- Makrygianni, M. K., Gena, A., Katoudi, S., & Galanis, P. (2018). The effectiveness of applied behavior analytic interventions for children with autism spectrum disorder: A meta-analytic study. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 51, 18–31. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1016/j.rasd.2018.03.006>
- Miot, H. A. (2017). Avaliação da normalidade dos dados em estudos clínicos e experimentais. *Jornal Vascular Brasileiro*, 16(2), 88–91. <https://doi.org/10.1590/1677-5449.041117>
- Mottron, L. (2011). *The power of autism*. *Nature*, 479(7371), 33–35. <https://doi.org/10.1038/479033a>
- Nader, A. M., Courchesne, V., Dawson, M., & Soulières, I. (2016). Does WISC-IV underestimate the intelligence of autistic children? *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 46(5), 1582–1589. <https://doi.org/10.1007/s10803-014-2270-z>
- Nascimento, I. B., Bitencourt, C. R., & Fleig, R. (2021). Estratégias para o transtorno do espectro autista: interação social e intervenções terapêuticas. *Jornal Brasileiro De Psiquiatria*, 70(2), 179–187. <https://doi.org/10.1590/0047-2085000000326>
- Pacaro, S. V., Alves, G. A. S., Rabelo, I. S., Leme, I. F. A. S., & Ambiel, R. A. M. (2011). Panorama Atual dos Testes Psicológicos no Brasil de 2003 a 2011. In R. A. M. Ambiel, L. S. Rabelo, S. V. Pacaro, G. Á. S. Alves, & I. F. A. de Sá. Leme (Orgs), *Guia de Consulta para Estudantes e Profissionais de Psicologia* (2ª Ed., pp. 29-48). Casa do Psicólogo.
- Reichow, B. (2012). Overview of meta-analyses on early intensive behavioral intervention for young children with autism spectrum disorders. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 42(4), 512–520. <https://doi.org/10.1007/s10803-011-1218-9>

- Reichow, B., Barton, E. E., Boyd, B. A., & Hume, K. (2018). Early intensive behavioral intervention (EIBI) for young children with autism spectrum disorders (ASD). *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, 10, Artigo CD009260. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD009260.pub3>
- Rosa, H. R., & Alves, I. C. B. (2018). R-2: Teste Não Verbal de Inteligência para Crianças. (2ª Ed., Manual). Vetor Editora.
- Rosa, H. R., Pires, M. L. N., Alves, I. C. B., & Esteves, C. (2013). Estudo normativo do R-2: Teste não verbal de inteligência para crianças. *Boletim Academia Paulista de Psicologia*, 33(85), 373–387. https://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-711X2013000200011
- Sbicigo, J. B., Bosa, C. A., Bandeira, D. R., Salles, J. F. D., & Teixeira, M. C. T. V. (2019). Desempenho no teste de Raven: diferenças entre crianças-adolescentes com transtorno do espectro autista e com dificuldades de leitura. *Avaliação Psicológica*, 18(2), 192–200. <https://doi.org/10.15689/ap.2019.1802.16917.10>
- Secretaria de Saúde de São Paulo (2013). Protocolo do estado de São Paulo de diagnóstico tratamento e encaminhamento de pacientes com transtorno do espectro autista (TEA). http://www.saude.sp.gov.br/resources/ses/perfil/profissional-da-saude/homepage//protocolo_tea_sp_2014.pdf
- Sella, A. C., & Ribeiro, A. M. (2018). *Análise do comportamento aplicada ao transtorno do espectro autista*. Appris Editora.
- Shook, G. L. (2005). An examination of the integrity and future of the behavior analyst certification board credentials. *Behavior Modification*, 29(3), 562–574. <https://doi.org/10.1177/0145445504274203>
- Silva. (2007). *Inteligência: Para o sucesso pessoal e profissional*. Funed-Editora.

- Smith, D. P., Hayward, D. W., Gale, C. M., Eikeseth, S., & Klintwall, L. (2019). Treatment gains from Early and Intensive Behavioral Intervention (EIBI) are maintained 10 years later. *Behavior Modification*, 45(4), 581–601. <https://doi.org/10.1177/0145445519882895>
- Smith, T., Buch, G. A., & Gamby, T. E. (2000). Parent-directed, intensive early intervention for children with pervasive developmental disorder. *Research in Developmental Disabilities*, 21(4), 297-309. [https://doi.org/10.1016/S0891-4222\(00\)00043-3](https://doi.org/10.1016/S0891-4222(00)00043-3)
- Soulières, I., Dawson, M., Gernsbacher, M. A., & Mottron, L. (2011). The level and nature of autistic intelligence II: What about asperger syndrome? *PLoS ONE*, 6(9), Artigo e25372. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0025372>
- Soulières, I., Dawson, M., Samson, F., Barbeau, E. B., Strangman, G. E., Zeffiro, T. A., & Mottron, L. (2010). Enhanced visual processing contributes to matrix reasoning in autism. *Brain*, 133(12), 4082–4107. <https://doi.org/10.1093/hbm/20831.Enhanced>
- Todorov, J. C., & Hanna, E. S. (2010). Análise do Comportamento no Brasil. *Avances En Psicología Latino Americana*, 26(spe), 143–153. <https://doi.org/10.1590/S0102-37722010000500013>
- Varella, A. A. B., & Amaral, R. N. (2018). Os sinais precoces do transtorno do espectro autista. In: A. C. Sella, D. M. Ribeiro, (Org.). *Análise do comportamento aplicada ao transtorno do espectro autista*. Appris Editora.
- Virués-Ortega, J. (2010). Applied behavior analytic intervention for autism in early childhood: Meta-analysis, meta-regression and dose-response meta-analysis of multiple outcomes. *Clinical Psychology Review*, 30(4), 387–399. <https://doi.org/10.1016/j.cpr.2010.01.008>
- Virués-Ortega, J., Rodríguez, V., & Yu, C. T. (2013). Prediction of treatment outcomes and longitudinal analysis in children with autism undergoing intensive behavioral intervention. *International Journal of Clinical and Health Psychology*, 13(2), 91–100.

[https://doi.org/10.1016/S1697-2600\(13\)70012-7](https://doi.org/10.1016/S1697-2600(13)70012-7)

Wallace, K. S., & Rogers, S. J (2010). Intervening in infancy: implications for autism spectrum disorders. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 51(12), 1300–1320.

<https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.2010.02308.x>

Yu, Z., Zhang, P., Tao, C., Lu, L., & Tang, C. (2023). Efficacy of nonpharmacological interventions targeting social function in children and adults with autism spectrum disorder: A systematic review and meta-analysis. *PLoS One*, 18(9), Artigo e0291720.

[10.1371/journal.pone.0291720](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0291720)