

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE EDUCAÇÃO E CIÊNCIAS HUMANAS
PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO ESPECIAL

**EFEITOS DE ENSINO DE MULTIPLICAÇÃO POR MEIO DO
ENSINO POR MATRIZ NA EMERGÊNCIA DE RESPOSTAS
RECOMBINADAS**

Alessandra Daniele Messali Picharillo

**São Carlos – SP
2024**

Alessandra Daniele Messali Picharillo

**EFEITOS DE ENSINO DE MULTIPLICAÇÃO POR MEIO DO
ENSINO POR MATRIZ NA EMERGÊNCIA DE RESPOSTAS
RECOMBINADAS**

Texto apresentado à banca examinadora no Exame de Defesa como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutora em Educação Especial pelo Programa de Pós-Graduação em Educação Especial da Universidade Federal de São Carlos.

Orientador: Profº Drº Nassim Chamel Elias

São Carlos – SP

2024

Picharillo, Alessandra Daniele Messali

Efeitos de ensino de multiplicação por meio do ensino por matriz na emergência de respostas recombinaadas / Alessandra Daniele Messali Picharillo -- 2024. 91f.

Tese de Doutorado - Universidade Federal de São Carlos, campus São Carlos, São Carlos

Orientador (a): Nassim Chamel Elias

Banca Examinadora: Maria Stella Coutinho de Alcantara Gil, Ailton Barcelos da Costa, Edson Massayuki Huziwara, Marcelo Henrique Oliveira Henklain

Bibliografia

1. Educação especial. 2. Matemática. 3. Transtorno do espectro do autismo. I. Picharillo, Alessandra Daniele Messali. II. Título.

Ficha catalográfica desenvolvida pela Secretaria Geral de Informática (SIn)

DADOS FORNECIDOS PELO AUTOR

Bibliotecário responsável: Ronildo Santos Prado - CRB/8 7325



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Centro de Educação e Ciências Humanas
Programa de Pós-Graduação em Educação Especial

Folha de Aprovação

Defesa de Tese de Doutorado da candidata Alessandra Daniele Messali Picharillo, realizada em 24/01/2024.

Comissão Julgadora:

Prof. Dr. Nassim Chamel Elias (UFSCar)

Profa. Dra. Maria Stella Coutinho de Alcantara Gil (UFSCar)

Prof. Dr. Ailton Barcelos da Costa (UFSCar)

Prof. Dr. Edson Massayuki Huziwara (UFMG)

Prof. Dr. Marcelo Henrique Oliveira Henklain (UFRR)

O Relatório de Defesa assinado pelos membros da Comissão Julgadora encontra-se arquivado junto ao Programa de Pós-Graduação em Educação Especial.

Apoio financeiro

A autora contou com bolsa de Doutorado da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES, processo #88887.595421/2020-00) para realização do trabalho.



AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus e Nossa Senhora de Aparecida que me sustentaram na fé, espaço onde encontrei forças para seguir firme, mesmo diante das barreiras e dificuldades que se levantaram, especialmente a Pandemia da Covid-19.

Ao Nassim, que para além de ser meu orientador, é meu exemplo de profissional desde minha graduação quando foi meu professor. Amigo para todas as horas, apoio mesmo nos momentos extra-acadêmicos e a voz que sempre me diz que sou capaz. Com tudo que passei nesses últimos tempos, cirurgias e contaminações de Covid, crises de ansiedade, se ele não fosse tão presente, com palavras tão assertivas, provavelmente eu teria desistido. Ainda respeita meus voos para longe do ninho, pesquisando em outra área e realizando minha segunda graduação em Licenciatura em Ciências Exatas. Não há palavras suficientes para agradecer todo apoio que recebo do meu tão amado orientador.

Ao meu marido Osdinei, meus filhos Osdinei Jr, Vinícius, Luíza e Mariana, e minhas noras Beatriz e Emanuele, pelo apoio, compreensão e companheirismo durante todo o tempo de estudos, por me amarem mesmo quando não fui a melhor pessoa e por compreenderem quando precisei me ausentar.

À minha mãe Ivone (*in memoriam*) por ter sido meu exemplo e minha inspiração de boas leituras, por estar viva dentro de mim e me acompanhar nos momentos de lutas e vitórias. Minha mãe tão querida que me ensinou a perseguir meus sonhos até alcançá-los e a valorizar os bons amigos que a vida nos dá.

A todos os amigos, de perto e de longe, que sempre me enviaram palavras de incentivo e força. Amigos, que literalmente me ajudaram a voltar enxergar, um presente imenso que jamais poderei agradecer adequadamente.

Ao meu grupo de pesquisa, que acolhe minhas ideias, me aconselha e me ensina a cada dia como ser uma pesquisadora melhor. Com certeza, uma família unida na pesquisa e comandada por um orientador acolhedor.

Ao meu querido amigo e companheiro de tantos estudos Ailton Barcelos da Costa, que se dispõe a estudar, pesquisar e produzir nesta seara tão escassa das pesquisas sobre ensino de matemática.

À professora Rosimeire Orlando que me proporciona a oportunidade de pesquisar na área da política educacional, contribuindo para o fortalecimento da minha formação.

Ao meu querido amigo Marcos Henrique P. D. Silva, que acreditou na ideia de desenvolver um jogo para ensinar multiplicação, me permitindo ser sua parceira de pesquisas e produções sobre este projeto.

Aos meus queridos participantes, que me acolheram e me aceitaram em suas rotinas, me recebendo sempre com muito carinho.

Às coordenadoras e professoras das instituições de ensino que me acolheram respeitosamente em seu ambiente de trabalho.

Aos professores Ailton, Stella, Marcelo e Edson por atenderem prontamente ao meu convite para comporem esta banca.

Enfim, agradeço a todos e todas, aos que não citei nomes me perdoem, sou uma pessoa de muita sorte e sou cercada pelas melhores companhias, tantas quantas não caberiam neste texto de agradecimento.

Resumo

Com os avanços tecnológicos presentes na sociedade, a educação pode se valer dos benefícios que os atrativos dos ambientes virtuais possuem e, assim, promover condições que potencializam a aprendizagem dos alunos. Esse estudo tem o objetivo principal verificar os efeitos do ensino de multiplicação por matriz na generatividade de novos repertórios matemáticos, e o objetivo adicional de avaliar a eficácia da ferramenta informatizada Besouriz. Serão participantes deste estudo 26 alunos com idade entre sete e 11 anos, sendo 16 alunos com desenvolvimento típico e 12 alunos com transtorno do espectro do autismo, matriculados no ensino regular ou em instituição especializada. Foi utilizado o delineamento de pré e pós-teste escrito, para avaliação dos desempenhos de multiplicação. Também será utilizado o delineamento de múltiplas sondagens entre os grupos de estímulos. A variável independente é o ensino da multiplicação por meio de equivalente aditivo, utilizando o treino de matriz. A variável dependente é o desempenho dos participantes no repertório ensinado e avaliado nos testes escritos. Foram ensinadas as tabuadas do um, dois e três. Os resultados indicam que o jogo foi eficiente independentemente do repertório de entrada, da idade e da condição de neurodesenvolvimento. Sugere-se que o estudo seja ampliado para outros grupos de participantes Público-Alvo da Educação Especial.

Palavras-chave: Educação Especial; Jogo Educativo; Matemática; Transtorno do Espectro do Autismo; Matriz.

Abstract

With the technological advances present in society, education can take advantage of the benefits that the attractions of virtual environments have and, thus, promote conditions that enhance student learning. The main objective of this study was to verify the effects of matrix teaching on multiplication learning on the generativity of new mathematical repertoires with the additional objective of evaluating the effectiveness of the Besouriz computerized tool. 26 students aged between seven and 11 years-old participated in this study, being 16 with typical development and 12 with Autism Spectrum Disorder, enrolled in regular education or in a specialized institution. A written pre- and post-test design was used to assess multiplication repertoire. A multiple probe between stimulus groups design was also used. The independent variable was teaching multiplication through additive equivalent, using matrix training. The dependent variable was the participants' performance in the repertoire taught and assessed in written tests. The multiplication tables of one, two and three were taught. The results indicate that the game was efficient and effective regardless of the input repertoire, age and neurodevelopment condition. It is suggested that the study be expanded to other groups of special education students.

Key-words: Special Education; Educational Game; Mathematics; Autism Spectrum Disorder; Matrix

Sumário

Apresentação.....	9
Introdução Geral	10
Estudo 1	16
Matriz recombinativa para o ensino de indivíduos com Transtorno do Espectro do Autismo: Revisão sistemática.....	16
Método.....	21
Resultados e Discussão.....	23
Estudo 2	33
Multiplicação: Ensino por meio de matriz recombinativa.....	33
Método.....	37
Resultados.....	49
Discussão	59
O Besouriz	70
Considerações Estudo 2	73
Considerações Finais	75
Referências	78
Anexo 1.....	84

Lista de Figuras

Figura 1. Diagrama das etapas de seleção.	23
Figura 2. Exemplo de tentativas para teste número-quantidade e quantidade-número.	41
Figura 3. Exemplo do layout do jogo Besouriz	42
Figura 4. Avatares.....	45
Figura 5. Exemplo da atividade escrita.....	65

Lista de Tabelas

Tabela 1. Características dos participantes.....	24
Tabela 2. Informações de procedimento.....	24
Tabela 3. Resultados gerais com cada linha representando os dados de um participante	25
Tabela 4. Informações sobre objetivos e resultados.....	25
Tabela 5. Exemplo de Matriz.....	36
Tabela 6. Caracterização dos participantes.....	38
Tabela 7. Folhas para preenchimento manual escrito das Tabuadas de 1 a 3	39
Tabela 8. Numerais organizados como tabuada.....	42
Tabela 9. Síntese do procedimento	43
Tabela 10. Matrizes do Procedimento de Ensino 1.....	46
Tabela 11. Matrizes do Procedimento de Ensino 2	48
Tabela 12. Caracterização de repertório.....	51
Tabela 13. Desempenho em linha de base.....	52
Tabela 14. Desempenho no ensino	54
Tabela 15. Caracterização de repertório	56
Tabela 16. Desempenho em linha de base.....	57
Tabela 17. Desempenho ensino.....	58

Apresentação

Desde a graduação, o interesse pelo ensino de matemática para indivíduos com Transtorno do Espectro do Autismo (TEA) esteve presente nas minhas leituras extras e atividades complementares. No cumprimento das disciplinas de estágio, a presença de alunos com TEA acentuou um interesse já existente, culminando na escolha do tema de estudo desenvolvido no mestrado.

Durante o mestrado foi desenvolvido o estudo “Equivalência de estímulos e o ensino de relações numéricas para crianças com Transtorno do Espectro do Autismo” (Picharillo, 2020) com o objetivo de avaliar os efeitos do ensino das relações entre número ditado, número arábico e quantidade, utilizando um procedimento informatizado de emparelhamento com o modelo (MTS), baseado no paradigma de equivalência de estímulos, e avaliar a generalização empregando materiais manipuláveis. Participaram do estudo cinco alunos com idade entre quatro e 10 anos, matriculados em uma instituição de ensino especializado.

As avaliações iniciais demonstraram que os participantes, mesmo que recitassem os números de um a nove, não tinham repertório de relacionar o numeral à sua quantidade correspondente. Após o procedimento de ensino, todos os participantes apresentaram aprendizado nas tarefas realizadas no computador, sendo que quatro deles generalizaram a aprendizagem para atividade com material concreto realizada na mesa.

Os resultados positivos do estudo desenvolvido no mestrado e a escassez de estudos que desenvolvam procedimentos de ensino de conteúdo matemático para participantes com TEA, especialmente no Brasil, motivaram a escolha do tema de estudo para esta tese.

Introdução Geral

Apesar da necessidade de o repertório matemático estar presente na vida adulta, uma vez que este promove autonomia e independência (Rosenblum & Herzberg, 2011), não é incomum que as pessoas de maneira geral relatem aversão aos conteúdos desta disciplina. Em 2013, Brankaer et al. divulgaram que, mundialmente, uma taxa entre 5% e 7% da população enfrentava barreiras no aprendizado matemático. Quando analisada a classificação etária de 10 anos, a taxa de enfrentamento de barreiras de aprendizagem salta para 67,5% (Cruz et al., 2012).

Para Carmo e Prado (2004), essas dificuldades na aprendizagem matemática podem ser oriundas da utilização de metodologias e estratégias de ensino que não contribuem para o engajamento nas tarefas e para a compreensão do aluno, podendo tornar a exposição à disciplina em um estímulo com função aversiva, o que fortalece a relevância de se pensar em estratégias novas e alternativas de ensino. Com relação aos alunos público-alvo da educação especial (PAEE) (Brasil, 2013), algumas revisões de literatura destacam um déficit na produção de estudos sobre o ensino de matemática e, por conseguinte, a relevância da ampliação dos estudos nesta área (Henklain & Carmo, 2017; Costa et al., 2016).

Os números obtidos e publicados em 2018 pelo *Programme for International Student Assessment* (PISA), realizado com alunos na faixa etária de 15 anos, indicam que o Brasil ocupa no *ranking* de matemática uma posição entre 69º e 72º. Esses números, interpretados em seus detalhes, indicam uma situação ainda mais complexa, uma vez que 68,1% dos alunos brasileiros estão estagnados no pior nível de proficiência em matemática, sendo que mais de 40% deles são incapazes de resolver questões simples do cotidiano (MEC, 2019).

Os números indicam um desempenho abaixo do esperado e isso é preocupante, considerando que o baixo nível de desempenho matemático não permite um exercício pleno de cidadania, boa colocação no mercado de trabalho ou admissão em processos seletivos para continuidade dos estudos. Não se sabe qual o repertório adquirido neste mesmo período de formação pelos alunos PAEE, mais especificamente os alunos com TEA, que representam a população deste estudo. Essa lacuna sugere a relevância da condução de estudos que identifiquem como está o repertório de matemática desses alunos e quais procedimentos de ensino podem ser utilizados com o objetivo de promover uma aprendizagem mais efetiva e mais eficiente.

No momento, ainda não se tem uma taxa oficial de ocorrência de nascimento de crianças com TEA no Brasil, entretanto, em 2017, a Organização Pan Americana de Saúde (OPAS) divulgou uma estimativa mundial. De acordo com a divulgação, a previsão era de uma criança com TEA para cada 160. Contudo, essa organização ressalta que estudos mais criteriosos de abrangência local, poderiam indicar números significativamente maiores.

Dados recentes sobre prevalência de TEA nos Estados Unidos indicam taxas de 2,79% em 2019 e 3,49% em 2020, com base na avaliação realizada com 12.554 indivíduos na faixa etária de três a 17 anos, sendo 6430 meninos e 6124 meninas. Uma diferença significativa de prevalência entre gênero também foi constatada, sendo observada a taxa de 4,64% para meninos frente a taxa de 1,64% para meninas (Qian Li et al., 2022). Esses dados mostram uma incidência superior a estimativa da OPAS, enfatizando a necessidade de investigações locais. Acredita-se que, após a divulgação do Censo 2022, que está sendo realizado no Brasil, seja possível estimar a incidência nacional.

Os indivíduos com TEA, de acordo com a definição proposta no Manual Diagnóstico e Estatístico de Doenças Mentais versão 5 (DSM-5; Associação Americana de Psiquiatria [APA], 2014), apresentam déficits em duas grandes áreas: comunicação e interação social, bem como tendem a exibir comportamentos restritos e repetitivos. Essas características estão presentes desde o início da infância e limitam ou prejudicam o funcionamento diário. Entretanto, o prejuízo funcional irá variar de acordo com características do indivíduo e de seu ambiente (APA, 2014). Considerando uma variação muito grande das características dos indivíduos dentro do espectro, conforme indicado por Gomes (2007), muitas crianças apresentam ganhos no repertório geral de habilidades básicas, tornando-se hábeis a aprender comportamentos mais complexos como leitura, escrita e matemática (Gomes, 2007), ou seja, a aquisição do repertório matemático pode contribuir para o desenvolvimento de uma vida adulta autônoma. A seguir será descrito como está previsto o ensino da Matemática no Brasil.

A referência ao conjunto de comportamentos que compõem o repertório matemático a ser aprendido na escola está prevista nas diretrizes educacionais brasileiras desde a educação infantil. A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (Brasil, 2018) apresenta, nas páginas 51 e 52, uma tabela que indica, ainda que não seja em uma linguagem analítico-comportamental, esses comportamentos, “Campo de Experiências: Espaços, Tempos, Quantidades, Relações e Transformações”, a partir do qual se descreve qual é o repertório esperado para crianças de zero a cinco anos e 11 meses. Ainda são expostas atividades para estimular e potencializar o desenvolvimento de habilidades básicas que podem favorecer o aprendizado nas etapas subsequentes de ensino, como nos anos iniciais do Ensino Fundamental em diante.

A multiplicação é prevista de maneira progressiva a partir do segundo ano do Ensino Fundamental, sendo a primeira habilidade listada para o conteúdo:

(EF02MA07) Resolver e elaborar problemas de multiplicação (por 2, 3, 4 e 5) com a ideia de adição de parcelas iguais por meio de estratégias e formas de registro pessoais, utilizando ou não suporte de imagens e/ou material manipulável (Brasil, 2018. p. 285).

Considerando que multiplicar aparece como comportamento a ser ensinado até o sétimo ano do Ensino Fundamental, a cada ano com maior complexidade, fica evidente que caso os comportamentos pré-requisito não sejam adequadamente trabalhados, de forma que o aluno adquira esse repertório, provavelmente, ele apresentará dificuldades na disciplina durante sua trajetória escolar. Mesmo depois que o comportamento de multiplicar deixa de ser alvo direto do ensino, ele continuará permeando outros comportamentos matemáticos mais complexos e outras disciplinas, como Física e Química, exigirão o aprendizado desse comportamento para o bom desenvolvimento do aluno.

Apesar do preparo para aprendizagem de conteúdo matemático ser previsto desde a primeira infância, de acordo com a BNCC, bem como o aprofundamento gradativo na complexidade dos temas ao longo da trajetória escolar (Brasil, 2018), os números que reportam o desempenho de crianças, adolescentes e jovens brasileiros nesse conteúdo apontam um déficit importante que precisa ser solucionado. De acordo com as informações contidas nas páginas do Ministério da Educação (MEC) (2019), os índices estão estagnados desde 2009. Diante dessa realidade é importante compreender o que as pesquisas sobre educação têm encontrado acerca do tema procedimentos de ensino.

Henklain et al. (2017) realizaram um estudo com o objetivo de mapear as pesquisas brasileiras fundamentadas na Análise do Comportamento sobre comportamentos matemáticos (CM) e o comportamento de ensinar matemática (CEM), no período de 1970 a 2015. Dos 60 estudos encontrados e analisados, 50 abordaram CM e dez CEM, o que indicava, de acordo com a discussão dos autores, a necessidade de ampliação de estudos que pesquisassem e aplicassem procedimentos comportamentais de

ensino de matemática. Dentre os estudos apresentados na literatura sobre procedimentos de ensino de repertórios matemáticos na abordagem da análise do comportamento, são encontrados estudos que tiveram como participantes crianças pequenas com desenvolvimento típico (Donini & Micheleto, 2015; Monteiro & Medeiros, 2002.), pessoas com deficiência intelectual em idades variadas (Escobal et al., 2010; Magalhães et al., 2011; Rossit & Goyos, 2009), crianças surdas (Elias & Angelotti, 2016) e crianças com autismo (Garcia et al., 2017; Keintz et al., 2010). Todos os estudos citados apresentaram resultados que demonstraram a aquisição do repertório ensinado por meio de procedimentos planejados e estruturados.

Entre as estratégias de ensino derivadas dos princípios comportamentais, como o princípio de controle de estímulos, e que favorece que o indivíduo expresse e compreenda novos enunciados, está o ensino que envolve o treino por matriz, muito utilizado no ensino de linguagem e na alfabetização. Uma das vantagens principais do treino por matriz refere-se à economia de ensino produzida pela recombinação de estímulos e emergência de novos repertórios a partir da escolha adequada de conjuntos de estímulos para a fase de ensino direto (Axe & Sainato, 2010; Frampton, et al., 2016; Goldstein, 1983; Kohler & Malott, 2014; Wilson, Wine, & Fitterer, 2017). Alguns estudos têm encontrado resultados bastante promissores do uso de treino por matriz para repertórios acadêmicos, sociais e de comunicação para participantes com TEA (Axe & Sainato, 2010; Kohler & Malott, 2014; Frampton et al., 2016). No estudo de revisão de Curiel et al. (2019), sobre estudos que avaliaram o treinamento matricial com indivíduos com TEA, não foi encontrado nenhum estudo sobre ensino de matemática até o ano de 2017.

Diante do exposto até aqui, este texto se divide em dois estudos. O Estudo 1 teve como objetivo identificar pesquisas que avaliaram o treinamento matricial com indivíduos com TEA a partir de 2017 até 2022, utilizando os mesmos critérios de busca

do trabalho de Curiel et al. (2019). Os resultados do Estudo 1 replicaram em parte os de Curiel et al. (2019) e, novamente, nenhum estudo sobre ensino de matemática para indivíduos com TEA foi encontrado. Portanto, foi proposto o Estudo 2, que teve como objetivo principal verificar os efeitos do ensino de multiplicação por matriz na generatividade de novos repertórios matemáticos, e como objetivo adicional avaliar a eficácia da ferramenta informatizada Besouriz, com participantes com desenvolvimento típico e com TEA, regularmente matriculados em escola comum e ou instituição de ensino especializada.

Define-se, então, a seguinte tese geral a ser defendida: o aprendizado de algumas contingências é suficiente para a emergência e generalização de novos comportamentos no contexto de ensino de repertórios acadêmicos para estudantes com TEA. Adicionalmente, o treino por matriz utilizando um jogo de computador pode produzir aprendizado para operações aritméticas de multiplicação para estudantes com TEA ou com desenvolvimento típico.

Estudo 1

Matriz recombinaiva para o ensino de indivíduos com Transtorno do Espectro do Autismo: Revisão sistemática

A literatura tem indicado que intervenções e procedimentos com base nos princípios comportamentais têm produzido resultados promissores no ensino de novos comportamentos de indivíduos com Transtorno do Espectro do Autismo (TEA) (Farias & Elias, 2020; Gomes et al., 2017; Howard et al., 2014; Lovaas, 1987). Entre os possíveis procedimentos, encontra-se aquele com base no treino por matriz (Curiel et al., 2019), cuja principal vantagem refere-se à economia de ensino produzida pela recombinação de estímulos e emergência de novos repertórios a partir da escolha adequada de conjuntos de estímulos para a fase de ensino direto (Axe & Sainato, 2010; Frampton et al., 2016; Goldstein, 1983; Kohler & Malott, 2014; Wilson et al., 2017).

Tomando como exemplo o conteúdo de leitura por meio de treino de matriz, a programação do ensino consiste na escolha e determinação dos componentes individuais que combinados dão origem a frases. Sendo assim, podem ser apresentados na fase de ensino direto os verbos “segurar”, “levantar” e “soltar” (visualmente, apresentados como rótulos de três linhas consecutivas da matriz), combinados com os substantivos “bola”, “livro” e “copo” (visualmente, apresentados como rótulos de três colunas consecutivas da matriz), criando na diagonal principal da matriz as seguintes combinações a serem diretamente ensinadas: segurar bola, levantar livro e soltar copo. Após o ensino direto das ações segurar, levantar e soltar com um dos três objetos bola, livro e copo, é esperado que o participante seja capaz de, diante da ação segurar, ele possa ler as combinações de segurar a bola ou o livro ou o copo, de acordo com o que for apresentado. Dessa forma, serão ensinadas diretamente três combinações e é esperado que emergjam o ensino de mais seis recombinações.

Para ensinar a construção dessas combinações (ou sequências), pode-se utilizar de tarefas de CRMTS (escolha de acordo com o modelo com resposta construída, do inglês *constructed response matching-to-sample*), em que é apresentada uma figura ou uma frase ditada como estímulo modelo e várias palavras escritas como estímulos de comparação. Um exemplo de uma tentativa de CRMTS seria apresentar uma figura de uma criança com uma bola, como estímulo modelo, e as palavras “segurar”, “levantar”, “soltar”, “bola”, “livro” e “copo”, apresentadas com distribuição randômica, como estímulos de comparação; a resposta correta é o indivíduo selecionar primeiro a palavra “segurar” e, em seguida, a palavra “bola”, o que produzirá o acesso a um item de preferência (com a possível função de reforçador positivo). Espera-se que, ao final do procedimento (que envolve o ensino das três combinações da diagonal principal da matriz), o aluno atinja o repertório de leitura das recombinações, como levantar bola, soltar bola, soltar livro, segurar livro, levantar copo e segurar copo, demonstrando a emergência de repertório, sem ensino direto de todas as relações indicadas pelo cruzamento de linhas e colunas da matriz. A seguir serão apresentados estudos que tenham investigado procedimentos de ensino utilizando matriz recombinação.

Axe e Sainato (2010) realizaram um estudo com quatro crianças em idade pré-escolar com TEA, em que ensinaram o comportamento de seguir instruções para realizar ações com combinações de imagens (por exemplo, circule a pimenta). O experimentador se reuniu com os participantes individualmente, em encontros diários com duração de dez a 30 minutos. Realizaram sessões de pré-avaliação com os estímulos do estudo e sessões de ensino compostas de 20 a 40 tentativas, todas com consequência programada para acertos e erros. Cada matriz continha seis ações em um eixo e seis figuras no outro eixo. As relações ensinadas diretamente entre uma ação e uma figura seguiram ao longo da diagonal da matriz (Sublinhar a pimenta; carimbar o cervo; colocar um x na fita; destacar

a cebola; colocar um triângulo no *skate*; circular o grampeador). Após o ensino, foram testadas as demais combinações que não foram submetidas ao ensino direto. Os resultados demonstraram que, das quatro crianças, duas apresentaram respostas não diretamente ensinadas após a quantidade mínima de treinamento, enquanto as outras duas exigiram mais treinamento. Ainda, ao final do estudo, três dos quatro participantes realizaram as ações treinadas (os verbos) com figuras, letras e números já conhecidos. Esses três participantes apresentaram índices variando entre 86% e 94% de acertos para as instruções sem ensino direto, sendo que foram ensinadas diretamente seis relações e emergiram 30 novas relações. Foi indicada, como limitação do estudo, a ausência de avaliação para mensurar a habilidade de cada participante em seguir instrução, pois esse dado poderia auxiliar na compreensão da diferença dos resultados entre os participantes.

Kohler e Malott (2014) realizaram um estudo com duas crianças com cinco anos de idade e diagnóstico de TEA, utilizando o treino de matriz tridimensional para o ensino de tato diante de ações apresentadas em vídeo, com frases compostas por sujeito-verbo-objeto (SVO). O procedimento foi composto por pré-treino, linha de base, treinamento matricial, generatividade dentro de matrizes, generatividade entre matrizes e treino adicional. Os participantes apresentavam repertório de tato diante dos componentes isolados, mas não formavam sentenças. Foram treinadas seis matrizes tridimensionais com 27 sentenças do tipo SVO que, recombinações, possibilitavam a construção de 162 novas sentenças. Todos os vídeos foram criados utilizando pessoas e objetos familiares para as crianças. Uma participante realizou 24 sessões, com treino direto de 14 frases e emergência de 148; o segundo participante realizou 37 sessões, com treino direto de 78 frases e emergência de 84. Os autores destacaram que as diferenças no número de sessões e repertório emergente entre participantes podem estar relacionadas a diferenças de habilidades já adquiridas pelos participantes. Segundo os autores, para uma das crianças

o procedimento parece ter sido reforçador, pois ela demonstrava interesse pelas formas de mídia. Além disso, a outra criança apresentava alta taxa de estereotipia, o que interferia durante as sessões de ensino e testes.

Frampton et al. (2016) realizaram um estudo utilizando treino de matriz para facilitar a generatividade de repertório solitário e social de habilidades de jogos de dois componentes, com uma criança com sete anos de idade e diagnóstico de TEA e paralisia cerebral. O procedimento consistiu em linha de base, treino matricial e pós-teste. A matriz era composta por sete brinquedos e sete ações, subdividida em três submatrizes. As combinações treinadas seguiram ao longo da diagonal da matriz. Os resultados demonstraram que o participante passou pelo treino direto de seis combinações brinquedo-ação, apresentando 36 recombinações não ensinadas diretamente. Os autores consideraram algumas limitações do estudo, como a interrupção em algumas sessões por pessoas da casa do participante, a interferência da participação de um colega com desenvolvimento típico e a perda de vídeos com dados apagados acidentalmente. Mesmo assim, os autores consideraram os resultados promissores, uma vez que o participante desenvolveu o repertório de brincar e interagiu com o pesquisador e um colega.

Com base nos resultados e discussões dos estudos apresentados, é possível afirmar que o procedimento de matriz recombinaativa é eficiente para a aquisição e emergência de repertórios variados. Além disso, observa-se a economia de ensino obtida pela geratividade, uma vez que são ensinados apenas os estímulos da diagonal da matriz e os resultados demonstram a emergência de novos repertórios, recombinaando os estímulos. Considerando, por exemplo, uma matriz de 3x3, na qual serão ensinadas três combinações e mais seis recombinações podem ser conseguidas, as taxas representam cerca de 33% de ensino direto para 66% de emergência, quando o procedimento produz 100% de respostas corretas.

Curiel et al. (2019) realizaram uma revisão com foco no TEA e outros déficits de desenvolvimento, tendo como objetivo identificar estudos que avaliaram o treinamento matricial com indivíduos com TEA. Os descritores utilizados nas buscas foram “*matrix training and autism*” e “*recombinative generalization and autism*” nas bases American Psychological Association (PsycInfo) e Educations Resources Information Center (ERIC). Embora o período não tenha sido descrito objetivamente, com base nas datas dos artigos selecionados, inferiu-se que a revisão considerou estudos publicados de 1999 até 2017.

A partir da seleção e análise dos 12 estudos selecionados, Curiel et al. (2019) buscaram responder as seguintes questões: Quais são as características das crianças participantes dos estudos? Quais habilidades foram programadas e ensinadas? Quais desenhos matriciais e estratégias de ensino foram utilizadas? Qual a porcentagem de desempenho comparando ensino direto versus generalização recombinativa? Com base no *Council for exceptional children standards for evidence-based practices in special education* (2014), qual foi a qualidade dos estudos publicados?

Respondendo às questões, os autores descreveram que os 12 estudos contaram com 29 participantes com idade variando entre 31 meses e 20 anos, sendo 21 meninos e oito meninas. Com relação às habilidades, os autores as dividiram em três categorias: desenvolvimento da linguagem, habilidades lúdicas e construção de frases e ortografia. O desenho matricial utilizado variou em modelos bidimensionais de tamanhos 3x3 a 6x7, e três estudos utilizaram modelo tridimensional de 3x3x3. Com relação aos estímulos utilizados, os estudos variaram em estímulos conhecidos e desconhecidos, seguindo uma linha diagonal de ensino e treinamento sobreposto após ensino.

Curiel et al. (2019) destacaram que em três dos doze estudos não havia informações suficientes para comparar o aprendizado por meio de ensino direto e

generalização recombinação, entretanto a média de aprendizagem de células por ensino direto foi de 31% e a média foi de 69% de aprendizagem por generalização recombinação. Com relação à quinta questão, sobre o padrão de qualidade, nenhum dos 12 estudos atendeu aos oito indicadores de qualidade do Conselho para Crianças Excepcionais (2014), três atenderam sete, cinco atenderam entre seis e cinco, e quatro atenderam entre três e quatro indicadores. Sendo assim, os pesquisadores concluíram que o treinamento matricial produziu efeito generativo em indivíduos com TEA, mesmo diante da variação entre estudos e participantes, reforçando o potencial deste procedimento para o ensino de linguagem e ressaltando a importância de novos estudos na área.

A partir da exposição dos dados de Curiel et al. (2019), este estudo teve como objetivo identificar pesquisas que avaliaram o treinamento matricial com indivíduos com TEA a partir de 2017 até 2022, utilizando os mesmos critérios de busca do trabalho supracitado e visando responder as mesmas questões.

Método

A primeira busca foi realizada seguindo os critérios do estudo de Curiel et al. (2019), utilizando duas combinações de termos: “*matrix training and autism*” e “*recombinative generalization and autism*” nas bases PsycInfo e ERIC. Como critério de inclusão, os artigos deveriam ser publicados de 2017 a 2022, revisados por pares e abordarem a utilização do ensino por meio de matriz para indivíduos com TEA. Seguindo esses critérios, foram selecionados seis artigos, após leitura na íntegra um se tratava de revisão de literatura, resultando em cinco para análise, como pode ser visto na Figura 1.

Diante do baixo número de documentos encontrados, optou-se por replicar a busca no Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) mantendo-se o formato citado anteriormente, ou seja, realizou-se a

busca em duas combinações de termos: “*matrix training and autism*” e “*recombinative generalization and autism*”. Foram mantidos os critérios de inclusão e exclusão, resultando seis artigos, sendo três já encontrados na primeira busca e um artigo já analisado por Curiel et al. (2019). Portanto, foram selecionados para análise mais dois artigos, totalizando sete arquivos para leitura e análise (ver Figura 1).

Ainda foi realizada nas mesmas bases uma busca adicional com combinações em português: “generalização recombinaiva e autismo”; “recombinação generalizada e autismo” e “leitura recombinaiva e autismo”, no entanto, não foram encontrados artigos que correspondessem aos critérios de inclusão e exclusão. Todo o procedimento de busca, seleção e análise seguiu as recomendações do guia internacional Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses (PRISMA) (Page et al., 2021). Importante destacar que o procedimento de busca e seleção dos estudos foi realizado de forma independente por outro pesquisador doutor em Educação Especial, seguindo os mesmos critérios descritos acima, visando garantir a fidedignidade. Foi observada a concordância de 100% entre observadores.

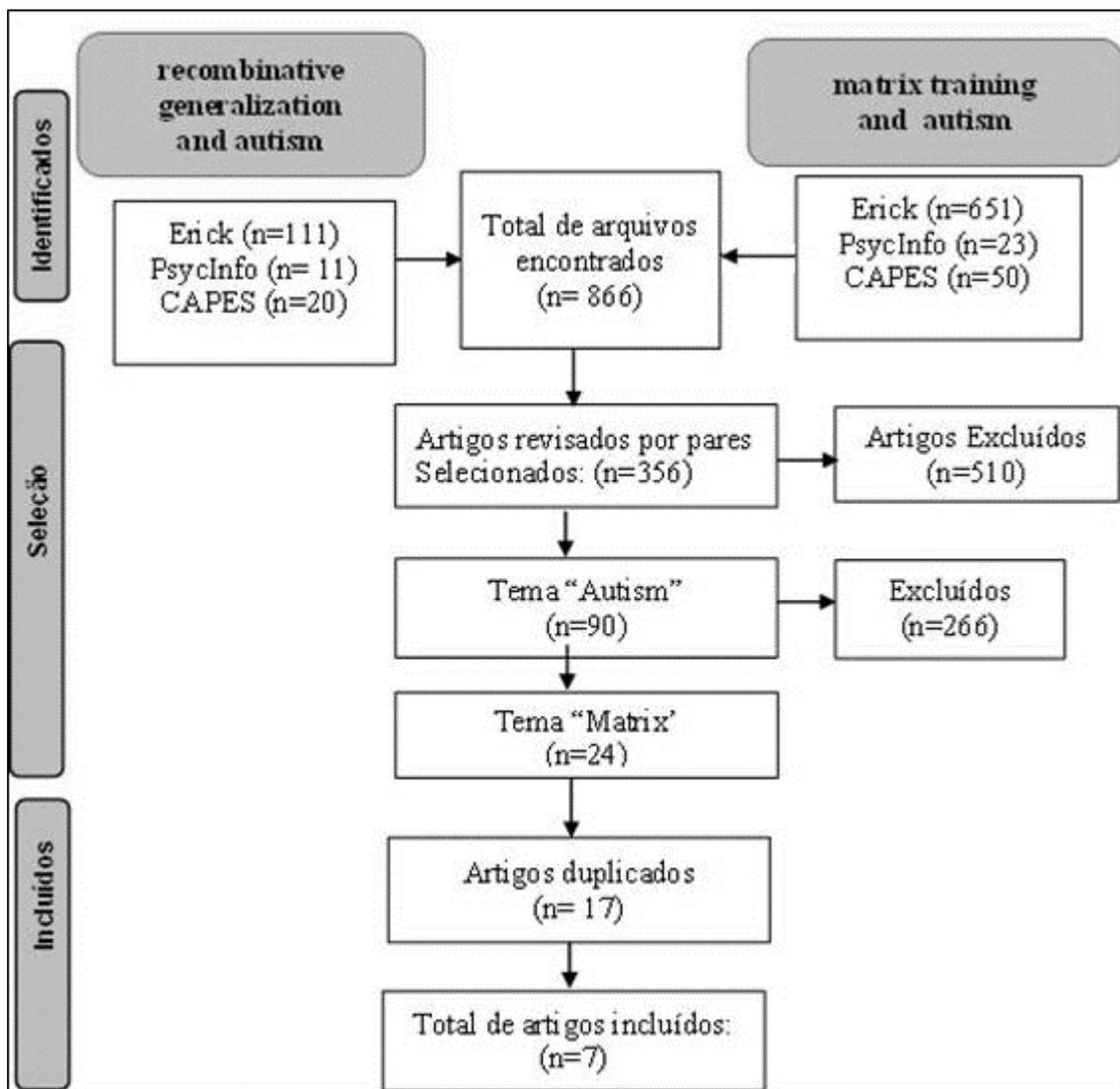


Figura 1. Diagrama das etapas de seleção.

Resultados e Discussão

De acordo com o objetivo proposto de identificar estudos que avaliaram o treinamento matricial com indivíduos com TEA de 2017 até 2022, utilizando os mesmos critérios de busca e visando responder as mesmas questões de Curiel et al. (2019), foram seguidas as mesmas categorias conforme apresentadas nas Tabelas 1, 2 e 3. Adicionalmente, a Tabela 4 apresenta informações sobre os objetivos e os principais resultados de cada estudo.

As tabelas apresentam, em ordem cronológica crescente, os dados dos sete estudos selecionados para análise, sendo cinco selecionados nas mesmas bases do estudo

supracitado (Curiel et al., 2018; Frampton et al., 2019; Jimenez-Gomez et al., 2019; Hatzenbuhler et al., 2019; Solano et al., 2021) e dois estudos selecionados no Portal de Periódicos CAPES (Marya et al., 2021; Clements et al., 2021).

Tabela 1. Características dos participantes.

Referência	Participantes e Idades	Nível de linguagem
Curiel et al. (2018)	1 menina e 2 meninos com 22, 33 e 35 meses	BDI-2: 011 a 1,4; PLS-5: 1,8 a 2,3 (anos)
Frampton et al. (2019)	6 meninos com 49, 54, 57, 62 e 64 meses	Nº de palavras: 132 a 305; Nº de formar palavras: 1 a 7; Nº de terminações de palavras: 0 a 4
Hatzenbuhler et al. (2019)	3 meninos com 5 para 6 anos	Escala de responsividade social 2ªEd.: comunicação 60 (leve), >90 e 84 (severo)
Jimenez-Gomez et al. (2019)	3 meninos com 25, 28 e 34 meses	Nível 2 do VB-MAPP
Clements et al. (2021)	2 meninos com 4 e 6 anos	Frases completas e repertório de tato de mais de 300 palavras e tato de numerais
Marya et al. (2021)	3 meninos com 3, 6 e 16 anos	Nível 2 do VB-MAPP
Solano et al. (2021)	4 meninos entre 3 e 4 anos	Níveis entre 2 e 3 do VB-MAPP

Tabela 2. Informações de procedimento.

Referência	Tamanho da matriz	Forma de treino	Estímulos	Procedimento de ensino	Generalização	Desenho do estudo
Curiel et al. (2018)	5x5 e 4x5	Quatro sub-matrizes e diagonal	Verbos e Objetos	Ensino por tentativas discretas	Ação-objeto seguir instruções	Múltiplas sondagens
Frampton et al. (2019)	3x3	Diagonal	Cores e formas	Tentativas diversas em ordem aleatória	Emergência de combinações de cores e formas.	Linha de base múltipla
Hatzenbuhler et al. (2019)	4 x 4)	Diagonal	verbos e objetos (personagens)	Modelagem de treinadores e apresentação de combinações sorteadas por software	Treinamento matricial mediado por par (variando o par)	Múltiplas sondagens
Jimenez-Gomez et al. (2019)	2 matrizes de 6x6	Duas sub-matrizes	Objetos e verbos	Treinamentos com prompts,	Expandir repertório de tato e ouvinte	Múltiplas sondagens

		e diagonal		correção de erros e reforço	substantivo-verbo	
Clements et al. (2021)	8x8	Diagonal	Numerais	Treinamento de prompt de cadeia	Expansão do repertório de tato de numerais	Linha de base múltipla
Marya et al. (2021)	3x3	Diagonal	Objetos e verbos	Tentativas randomizadas com correção de erros	Expansão de repertório de tato objeto e verbo	Múltiplas sondagens não concorrentes entre participantes
Solano et al. (2021)	3x3 e 5x5	Diagonal	verbos e substantivos	Uso de prompts, correção de erros e reforço	Generalização matriz 5x5 verbo-substantivo	Múltiplas sondagens

Tabela 3. Resultados gerais com cada linha representando os dados de um participante.

Referência	Células na matriz aprendidas por treino (n)	Células na matriz aprendidas sem treino (n)	Aprendizado de células por ensino direto (%)	Aprendizado de células por generalização recombinaiva (%)	Células não aprendidas (n)
Curiel et al. (2018)	5 4 2	13 12 5	28 25 29	72 75 71	7 9 13
Frampton et al. (2019)	-----	-----	-----	-----	-----
Hatzenbuehler et al. (2019)	4	12	25	75	0
Jimenez-Gomez et al. (2019)	12 12 12	53 53 60	30 30 16	70 70 84	7 7 0
Clements et al. (2021)	24 16	168 176	12 8	88 92	0 0
Marya et al. (2021)	3 12	15 15	17 45	83 55	0 0
Solano et al. (2021).	3 5	6 20	30 20	70 80	0 0

Tabela 4. Informações sobre objetivos e resultados.

Referência	Objetivo	Principais resultados (descrição qualitativa)
Curiel et al. (2018)	Investigar o uso do treinamento matricial para ensinar linguagem receptiva generativa para crianças com TEA e outros atrasos de linguagem.	Embora a generalização recombinaiva tenha sido parcial, aproximadamente 30% das instruções aprendidas de objetos de ação ocorreram por meio de ensino direto, enquanto os outros 70% de aprendizado ocorreram por meio da generalização.

Frampton et al. (2019)	Treinar por meio de matriz o repertório de tato para cores e formas.	Os resultados de todos os seis participantes indicaram que os critérios de domínio foram eventualmente atendidos para a Matriz 1. Para cinco participantes, os critérios de domínio também foram atendidos para matrizes de generalização.
Hatzenbuhler et al. (2019)	Utilizar formação por treinamento de pares para ensinar habilidades lúdicas para crianças com TEA, com avaliações de generalização para tempo de jogo independente e novos pares.	Os resultados mostraram que respostas não treinadas para os pares restantes de ação de personagem surgiram em 73% a 100% das oportunidades entre os participantes. Além disso, as respostas de todos os participantes ocorreram com novos treinadores de pares. Para dois dos três participantes, as respostas também foram demonstradas durante as sondagens de brincadeiras independentes. Os resultados deste estudo sugerem que o treinamento matricial mediado por um par pode ser um método eficaz e eficiente para o ensino de habilidades lúdicas.
Jimenez-Gomez et al. (2019)	Determinar se o treinamento matricial seria um método eficaz para selecionar alvos para expandir os repertórios de tato e ouvinte em crianças diagnosticadas com TEA.	Todos os participantes aprenderam os alvos substantivo-verbo ensinados e mostraram graus variados de generalização recombinaiva para alvos não ensinados. Nas matrizes subsequentes, a taxa de aquisição de novos alvos e o número adquirido sem ensino direto aumentaram (ou seja, generalização recombinaiva). Isso sugere que arranjos de estímulos de treinamento matricial podem facilitar a aquisição de novos alvos, ensinando crianças com TEA a recombinar os componentes da linguagem adequadamente.
Clements et al. (2021)	Ensinar dois participantes com TEA a tatear 192 numerais de três dígitos	Ambos os participantes dominaram todos os numerais expostos ao treinamento e todos os numerais não expostos ao treinamento após 3 a 5 sessões de dezesseis tentativas por matriz. Um participante aprendeu a tatear 8 numerais para cada 1 numeral exposto ao treinamento direto, e o outro participante aprendeu a tatear 12 numerais para cada 1 numeral exposto ao treinamento direto.
Marya et al. (2021)	Ensinar combinações de tato substantivo-verbo para 3 participantes do sexo masculino com autismo que usam um dispositivo gerador de fala para se comunicar.	Dois participantes mostraram generalização recombinaiva na Matriz 1 e respostas corretas a todos os alvos dentro da nova matriz de generalização. Para o 3º participante, observou-se generalização recombinaiva dentro da Matriz 1. No entanto, a resposta correta com os alvos da matriz de generalização só foi observada após o treinamento com 3 matrizes adicionais. Esses resultados replicam e estendem descobertas anteriores.

Solano et al. (2021).	Identificar os procedimentos de treinamento matricial que programam a generalização entre matrizes e resultam em um repertório generalizado de habilidades para crianças em idade pré-escolar com TEA.	Os resultados mostraram que a matriz 5×5 produziu uma taxa de aquisição mais eficiente para alvos de generalização recombinação entre os participantes em comparação com a matriz 3×3 .
-----------------------	--	---

Curiel et al. (2019) encontraram 12 estudos no período de 1999 a 2017 (18 anos), ou seja, menos de um estudo por ano. Nesta revisão, o período buscado compreendeu de 2017 a 2022 (cinco anos), considerando o artigo que já havia sido analisado pela primeira revisão e foi excluído, os sete artigos encontrados representam mais de um artigo por ano (1,4 artigo por ano), sugerindo um possível aumento na utilização do uso de matriz recombinação como procedimento de ensino, ao menos considerando os critérios de inclusão e exclusão adotados.

Quais são as características das crianças participantes dos estudos?

Houve um total de 24 participantes nos oito estudos, contra os 29 participantes em 12 estudos no levantamento de Curiel et al. (2019). Todos os participantes tinham diagnóstico de TEA, embora para três deles o diagnóstico ainda não fosse formal (Curiel et al., 2018) e um apresentasse também o diagnóstico de paralisia cerebral (Wilson et al., 2017). A característica de linguagem variou entre palavras, frases complexas e repertório de tato de palavras e números. A faixa etária variou entre 1,8 (22 meses) e 16 anos, não sendo possível calcular a média, pois nem todos os estudos apresentaram a idade, mas sim a faixa etária. Entretanto, é possível verificar que dos sete estudos, seis deles recrutaram participantes de até seis anos, sendo que dos 24 participantes totais, apenas um tinha 16 anos. Esses últimos dados são semelhantes aos de Curiel et al. (2019), com exceção ao gênero dos participantes. Enquanto na primeira revisão dos 29 participantes oito eram mulheres (28%), na atual revisão, dos 24 participantes, apenas uma era mulher

(4%) (Curiel et al., 2018). Esses dados de gênero indicam uma proporção aproximada de três homens para uma mulher em Curiel et al. (2019) e, na revisão atual, essa proporção passa para 23 homens para uma mulher.

Quais habilidades foram programadas e ensinadas?

De maneira geral, todos os estudos tiveram objetivos semelhantes e buscaram por resultados parecidos. Os estudos encontrados visaram desenvolver o repertório de tato, ora para habilidades de comunicação, ora para facilitar aprendizagem escolar, sendo que apenas um estudo visou desenvolver habilidade de interação social por meio de jogos mediado por pares (Hatzenbuhler et al., 2019).

Na revisão de Curiel et al. (2019), foram identificadas três categorias: desenvolvimento da linguagem, habilidades de jogo e construção de frase e ortografia. Nesta revisão, foram encontrados estudos que tiveram objetivos semelhantes aos categorizados por Curiel et al. (2019), ou seja, desenvolvimento da comunicação e construção da linguagem (Curiel et al., 2018; Frampton et al., 2019; Jimenez-Gomes et al., 2019; Marya et al., 2021), desenvolvimento da leitura de números (Clements et al., 2021) e aprendizado de habilidades sociais por meio de jogos (Hatzenbuhler et al., 2019). Ademais, nesta seleção foi encontrado um estudo que avaliou qual formato de matriz seria mais eficiente (3x3 ou 5x5) (Solano et al., 2021).

Quais desenhos matriciais e estratégias de ensino foram utilizados?

Todos os estudos utilizaram matrizes bidimensionais, variando em formato de combinações de 3x3 a 8x8 (ver Tabela 2). Isso foi diferente do encontrado no levantamento de Curiel et al. (2019), no qual também foram identificados três estudos

que utilizaram matriz no formato tridimensional 3x3x3 (Kohler & Malott, 2014; MacManus et al., 2015; Yamamoto & Miya, 1999).

Todos os estudos, exceto um, utilizaram treinamento diagonal e com estímulos conhecidos. Um único estudo utilizou estímulos conhecidos e desconhecidos (Curiel et al., 2018). Cabe destacar que dois estudos utilizaram o formato de sub-matrizes, um utilizou quatro sub-matrizes (Curiel et al., 2018) e o outro duas sub-matrizes (Jimenez-Gomes et al., 2019).

Apesar do uso eventual de *software* para randomização de estímulos, as atividades foram realizadas com fichas técnicas e de dados, cartões, figuras e objetos tridimensionais. Dos sete estudos analisados, seis utilizaram dicas e correções de erros em seu procedimento, apenas um estudo não utilizou, apresentando uma sequência diferente, uma vez que apresentou uma programação de treinamento de mediadores e avaliou o aprendizado das habilidades de brincar a partir das relações entre mediadores e participantes com TEA (Hatzenbuehler et al., 2019).

De maneira geral, nos estudos selecionados nesta revisão, nota-se maiores proximidades tanto nos objetivos quanto nos procedimentos, diferentemente dos estudos levantados por Curiel et al. (2019), em que houve maior variabilidade desses aspectos. Uma possível inferência para essa consistência pode estar relacionada a eliminação de procedimentos que não apresentaram resultados tão promissores, guiando os novos estudos para formatos já testados e com evidências mais promissoras.

Qual a porcentagem de desempenho comparando ensino direto versus generalização recombinação?

Dos sete estudos analisados, apenas um (Frampton et al., 2019) não forneceu dados numéricos sobre os desempenhos dos participantes, sempre descrevendo com

termos genéricos do tipo aumento ou melhora, entre outros que não permitiram a quantificação exata. Os demais apresentaram aprendizagem semelhante, variando entre 70% e 92% de acertos em combinações de estímulos não diagonais, sendo que apenas um participante apresentou uma taxa de 55% de acertos (Marya et al., 2021). Com relação a células que não foram aprendidas, apenas dois estudos apresentaram este dado (Curiel et al., 2018; Jimenez-Gomes et al., 2019), os outros quatro estudos apresentaram um resultado de 100% de itens planejados e aprendidos.

Novamente, os estudos analisados nesta revisão demonstraram consistência, pois os resultados obtidos indicaram uma taxa de variação na aprendizagem emergente de 22% (variando entre 70% e 92% de respostas recombinadas), contra uma taxa de variação de 94% no estudo de Curiel et al. (2019), uma vez que os autores encontraram estudos com 0% de aprendizagem emergente. A taxa média de treinamento direto também foi diferente, sendo 24% contra 31% do estudo anterior. A taxa mais alta de treinamento direto encontrada foi de 45% contra 100% na revisão anterior. Esses dados corroboram a hipótese do aprimoramento do planejamento e execução do procedimento de treinamento matricial, uma vez que não foram encontradas diferenças significativas entre os participantes, com exceção da diferença de gênero.

Com base nos Padrões do Conselho para Crianças Excepcionais (2014) para Prática Baseada em Evidências em Educação Especial, qual foi a qualidade dos estudos publicados?

Neste último item de comparação entre as revisões, é possível observar aproximações e distanciamentos referentes ao padrão de qualidade estabelecido pelo Conselho para Crianças Excepcionais (2014). Este estudo manteve o critério de Curiel et al. (2019), ou seja, classificando como atendendo ou não atendendo as categorias de

indicadores de qualidade: contexto e cenário, participantes, agente de intervenção, descrição da prática, fidelidade de implementação, validade interna, medida de resultados (variáveis dependentes e independentes) e análise de dados.

Semelhante aos resultados encontrados por Curiel et al. (2019), nenhum dos artigos selecionados neste estudo atenderam aos oito indicadores, não havendo a informação que diz respeito ao agente de intervenção. Entretanto, dentre os sete estudos, apenas dois não apresentaram os sete indicadores restantes (Frampton et al., 2019; Hatsenbuhler et al., 2019), pois ambos não continham informações claras sobre as variáveis dependentes e independentes, e sobre a análise de dados.

Retomando o objetivo deste estudo, que foi identificar pesquisas que avaliaram o treinamento matricial com indivíduos com TEA, a partir de 2017 até 2022, utilizando os mesmos critérios de busca do trabalho de Curiel et al. (2019), e visando responder as mesmas questões, acredita-se que esta revisão cumpriu os requisitos. De maneira semelhante à revisão base (Curiel et al., 2019), esta revisão encontrou estudos que demonstraram a eficiência e a eficácia de procedimentos de ensino que utilizaram treinamento matricial para participantes com TEA nas diversas faixas etárias, especialmente entre 22 meses e seis anos.

Os estudos analisados, de maneira geral, buscaram desenvolver planejamentos visando o aumento de repertório de comunicação e a melhora da interação, sendo que a comunicação é uma das grandes áreas que podem apresentar comprometimentos em níveis variados nos indivíduos com TEA (APA, 2014). Assim, esses estudos podem trazer contribuições importantes para área.

O aumento proporcional de estudos produzidos entre 2017 e 2022 comparados ao período de 1999 a 2017, bem como a padronização da forma da aplicação do treinamento matricial, escolha de estímulos e melhores resultados são informações que apoiam a

hipótese da efetividade e de economia do procedimento que apresenta alto número de aprendizagem por generalização recombinação.

Mesmo assim, cabe destacar, que, apesar de apenas dois dentre sete artigos cumprirem cinco dos oito indicadores de qualidade, percentualmente, representam 29% do material selecionado. Logo, quase um terço dos artigos não apresentam informações que permitam a compreensão exata de quais eram as variáveis envolvidas e de como os resultados foram analisados. Considerando o rigor necessário para replicações de pesquisa experimental, a falta de informações pode produzir conclusões equivocadas.

Ainda, em ambas as revisões, apenas um estudo utilizou estímulos numéricos (Clements et al., 2021) no ensino de fatos de numerais compostos por três dígitos. Portanto, nenhum estudo encontrado utilizou treino de matriz para o ensino de repertórios matemáticos mais complexos, com as operações matemáticas, para identificar se o procedimento de treinamento matricial apresentaria a mesma eficiência e eficácia para esses repertórios de participantes com TEA. Sugere-se que novas revisões sejam realizadas, ampliando os termos de busca, uma vez que a utilização do treino de matriz pode não ser o objetivo principal, mas aparecer compondo outros estudos sobre ensino da pessoa com TEA.

Estudo 2

Multiplicação: Ensino por meio de matriz recombinaiva

A busca empírica por estratégias que auxiliem o ensino parece ser relevante e urgente. Nessa direção, as inovações tecnológicas estão cada vez mais presentes nos tempos atuais, fornecendo ferramentas e mudanças importantes em diversos setores da sociedade, seja nos meios empresariais ou no cotidiano das pessoas. Sendo assim, não seria inesperado que essas inovações também permeassem a educação. Embora Trevisan et al. (2021) tenham encontrado poucos recursos digitais pensados para pessoas com TEA, talvez seja necessário partir de recursos pensados para outras populações e avaliar se são eficientes.

Pedro e Chacon (2013) realizaram um estudo com o objetivo de propor atividades específicas de informática para alunos com Deficiência Intelectual (DI), por meio de *softwares* educativos. Participaram do estudo seis alunos matriculados no ensino fundamental do 1º ao 4º ano, com idades entre sete e 13 anos com DI. Identificaram que a utilização das tecnologias de informação e comunicação para o público-alvo da educação especial pode potencializar o desenvolvimento e a aprendizagem de conteúdos escolares, considerando suas características atrativas e dinâmicas. Especialmente se os conteúdos apresentados nas aulas de informática se relacionarem aos conteúdos do currículo regular.

Francisco et al. (2017) realizaram um estudo com o objetivo de apresentar a ferramenta *MatLibras* que foi desenvolvida para exercitar as operações básicas de soma, subtração, multiplicação e divisão. Os autores realizaram uma exposição sobre o *software* demonstrando uma interface simples e intuitiva, apresentando aspectos de jogo e com caráter pedagógico. O *Matlibras* foi utilizado com 15 alunos surdos matriculados em uma

instituição especializada. Os autores destacaram que a utilização de ferramentas digitais pode enriquecer o processo de ensino-aprendizagem, e diante do desenvolvimento do MatLibras, os autores esperam que os professores utilizem a ferramenta no planejamento de ensino dessas operações.

Entretanto, como ponto de observação aos programas de incentivo tecnológico e estudos que demonstram a efetividade da ferramenta digital, os resultados de Antunes e Cibotto (2021) apontam para reflexões necessárias na implementação e utilização das tecnologias digitais. Os autores perguntaram a 71 alunos do primeiro ano do curso de licenciatura em Matemática, futuros professores de Matemática em formação inicial, sobre como ocorreu a prática educativa do uso das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) no ensino de Matemática, no decorrer de suas trajetórias na Educação Básica. Dos 71 participantes, apenas 14 tiveram contato com as TDIC e, desses, 11 consideraram ter sido benéfico o seu uso. Uma das dificuldades apontadas pelos participantes se referiu ao fato de diversos professores não possuírem domínio na utilização das TDIC.

Ao considerar que apenas 14 de 71 alunos tiveram contato com TDIC, ou seja, 19,7%, mesmo diante de programas de incentivo, pode-se inferir que o uso dessas tecnologias não se mostra promissor. Entretanto, 11 dos 14 alunos que tiveram contato com TDIC (78,6%) consideraram positivo o seu uso. Embora a amostra seja pequena, a taxa de aprovação sugere que, se a TDIC for utilizada, poderá ser bem recebida pelos alunos, gerando maior engajamento nas tarefas. Cabe salientar que esses dados não são necessariamente generalizáveis para estudantes da educação especial. Entretanto, Kleiman e Humphrey (1984) afirmam que os computadores podem ajudar os alunos PAEE a se tornarem aprendizes ativos e que, conforme eles aprendem a controlar e interagir com o computador, as habilidades de estudo melhoram.

Na psicologia analítico-comportamental, estudos sobre Equivalência de Estímulos (Sidman & Tailby, 1982) têm utilizado ferramentas informatizadas para aplicação de tentativas de escolha de acordo com o modelo (MTS, do inglês *Matching-to-Sample*), para o ensino de relações entre estímulos, comportamento simbólico e habilidades acadêmicas, como leitura (de Oliveira Figueiredo et al., 2014), escrita (Guidugli & Almeida-Verdu, 2021; Tamiozzo et al., 2021) e matemática (Elias & Angelotti, 2016; Escobal et al., 2010; Garcia et al., 2017; Picharillo & Postalli, 2021; Varella et al., 2021).

Ainda, em relação aos procedimentos informatizados de MTS, Saunders e Williams (1998) afirmam que as tentativas dentro de uma tarefa são controladas precisamente e as respostas e outras informações podem ser gravadas de forma automática. Além disso, as respostas podem ser definidas objetivamente e as consequências fornecidas pelo próprio computador. Outro fator relevante é que o professor não precisa estar junto com o estudante, o que elimina a possibilidade de dicas ou ajudas desnecessárias.

No entanto, surge o questionamento se seria eficiente a união de estratégias digitais e procedimentos de ensino baseados nas evidências das pesquisas da Análise do Comportamento? Dentre os procedimentos, a utilização de matriz recombinaiva tem se mostrado eficiente no ensino de habilidades como a leitura para pessoas com TEA (Curiel et al., 2019). Uma das principais vantagens que se pode citar é a economia de ensino produzida pela recombinação de estímulos e a emergência de novos repertórios a partir da escolha adequada de conjuntos de estímulos para a fase de ensino direto (Axe & Sainato, 2010; Frampton et al., 2016; Goldstein, 1983; Kohler & Malott, 2014; Wilson et al., 2017).

Tomando o seguimento de instrução como um repertório a ser ensinado, a estrutura de uma matriz 3x3 pode ser exemplificada como na Tabela 5. Obedecendo a

sequência de ensino, é ensinada diretamente alguma relação entre os três objetos e as três ações (como descrito na diagonal principal da matriz). Após a aprendizagem das relações na diagonal principal, é esperado que ocorra a emergência das combinações não ensinadas diretamente, por exemplo, aprendeu a ação de segurar (ao segurar o carro) e o que é trem (ao empurrar o trem) separadamente, espera-se que, em seguida, seja possível seguir a instrução “segurar trem”. Dessa forma, outros repertórios poderiam ser combinados com a finalidade da aprendizagem por recombinação. Neste exemplo, se todos os resultados forem positivos, o ensino de três relações produzirá outras seis relações não ensinadas diretamente.

Tabela 5. Exemplo de Matriz

	Carro	Trem	Bola
Segurar	Segurar carro		
Empurrar		Empurrar trem	
Guardar			Guardar bola

Considerando o potencial promissor de ensino por matriz, mas que ainda não foi utilizado para ensino de operações aritméticas, e do uso de ferramenta informatizada, o objetivo principal deste estudo foi verificar os efeitos do ensino de multiplicação por matriz na emergência de repertórios não ensinados diretamente, e como objetivo adicional avaliar a eficácia da ferramenta informatizada Besouriz , tendo como participantes alunos com desenvolvimento típico e alunos com TEA. O estudo foi planejado para dois grupos distintos de alunos participantes diante da utilização de uma ferramenta digital ainda não testada nesta versão, com a finalidade de avaliar possíveis dificuldades causadas pelo jogo. Como o jogo não foi testado nas mesmas condições anteriormente, o procedimento

foi planejado para que seja possível analisar nas etapas se há aprendizagem do conceito de multiplicação com o jogo e se seria possível a generalização para atividades escritas.

Método

Aspectos éticos

De acordo com a Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde, o projeto foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), objetivando a validação ético-acadêmica e a preservação dos participantes de quaisquer riscos. Além disto, destaca-se a importância de se resguardar a identidade dos participantes, mantendo o anonimato, bem como que as informações obtidas serão utilizadas exclusivamente para fins de divulgação científica. Ainda como medida de garantia aos direitos dos participantes, foi entregue um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido assinado pelos pais ou responsáveis e um Termo de Assentimento Livre Esclarecido assinado pelos participantes, garantindo a possibilidade de desistência da participação sem prejuízo ao mesmo. A coleta de dados iniciou apenas após assinatura nos termos. O projeto foi aprovado com o número de parecer 5.344.399.

Participantes

Foram selecionados 26 participantes para este estudo (11 meninas e 14 meninos), sendo um aluno com Deficiência Intelectual (DI), 11 alunos com TEA e 15 alunos com desenvolvimento típico, com idades entre sete e 11 anos, uma vez que o repertório a ser ensinado é esperado para os anos iniciais do Ensino Fundamental. Para ser incluído no estudo, o participante precisava apresentar repertório de seguimento de instrução simples e desempenho inferior a 50% de acertos no pré-teste escrito. Não poderiam participar aqueles que tivessem cegueira ou baixa visão ou algum impedimento físico nos membros

superiores. Os participantes foram divididos da seguinte maneira: um com DI, sete com desenvolvimento típico e nove com TEA para o Procedimento de Ensino 1 e outros seis alunos com desenvolvimento típico e dois com TEA para o Procedimento de Ensino 2 (descrição a seguir). A Tabela 6 apresenta a caracterização dos participantes.

Tabela 6. Caracterização dos participantes.

Nome fictício	Feminino (F) / Masculino (M)	Data de nascimento	Desenvolvimento típico (DT) ou TEA	Ensino regular	Instituição especializada
Procedimento de Ensino 1					
TEA1	M	05/04/2012	TEA	Sim	Sim
TEA2	M	15/08/2012	TEA	Sim	Sim
TEA3	M	22/12/2012	TEA	Sim	Sim
TEA4	M	27/08/2013	TEA	Sim	Sim
TEA5	M	25/10/2013	TEA	Sim	Não
TEA6	M	03/07/2014	TEA	Sim	Não
TEA7	M	01/01/2015	TEA	Sim	Não
TEA8	F	29/01/2016	TEA	Sim	Não
TEA9	M	17/02/2016	TEA	Sim	Não
DI1	M	17/01/2015	DI	Sim	Não
DT1	F	18/12/2013	DT	Sim	Não
DT2	M	12/05/2014	DT	Sim	Não
DT3	F	01/08/2014	DT	Sim	Não
DT4	F	09/10/2014	DT	Sim	Não
DT5	M	03/02/2015	DT	Sim	Não
DT6	F	07/08/2015	DT	Sim	Não
DT7	M	21/03/2016	DT	Sim	Não
Procedimento de Ensino 2					
TEA10	F	07/01/2011	TEA	Sim	Sim
TEA11	M	25/10/2015	TEA	Sim	Não
DT8	F	07/02/2013	DT	Sim	Não
DT9	F	14/08/2013	DT	Sim	Não
DT10	M	20/08/2013	DT	Sim	Não
DT11	F	18/02/2014	DT	Sim	Não
DT12	M	19/01/2015	DT	Sim	Não
DT13	F	22/05/2015	DT	Sim	Não
DT14	F	30/10/2015	DT	Sim	Não

Ambientes, equipamentos e materiais

Na escola de ensino regular: as sessões ocorreram em espaços variados, como biblioteca, sala de artes e sala de vídeo, desde que esses espaços não estivessem sendo utilizados por outros alunos ou para outras atividades. Dessa forma, não ocorreu interferência de outros alunos ou profissionais. Embora os espaços fossem diversos, a estrutura seguiu o mesmo formato, com mesa e cadeira para o aluno e a pesquisadora em pé ou sentada ao lado esquerdo do aluno, que tinha a sua frente o computador portátil com sistema operacional *Windows* e *mouse*. Apenas para a aplicação de instrumento de avaliação de repertório matemático, que será descrito a seguir, a pesquisadora se sentou de frente para o aluno.

Na instituição especializada: as sessões com o participante TEA3 do período da manhã ocorreram dentro da sala do aluno; as sessões com os alunos do período da tarde ocorrem em sala separada, onde permaneceram apenas aluno e pesquisadora. A posição e a forma de aplicação seguiram o mesmo formato da escola de ensino regular. Embora as sessões com o aluno do período da manhã tenham ocorrido na presença de outros alunos, não foram observadas interferências durante o procedimento.

Para mensurar o repertório matemático específico sobre multiplicação, foi elaborada uma folha teste para preenchimento manual, conforme demonstrado na Tabela 7.

Tabela 7. Folhas para preenchimento manual escrito das Tabuadas de 1 a 3

1x1=	2x1=	3x1=
1x2=	2x2=	3x2=
1x3=	2x3=	3x3=
1x4=	2x4=	3x4=
1x5=	2x5=	3x5=
1x6=	2x6=	3x6=
1x7=	2x7=	3x7=
1x8=	2x8=	3x8=
1x9=	2x9=	3x9=

Instrumentos

Foi utilizado para caracterização do repertório dos participantes o Protocolo de Registro e Avaliação das Habilidades Matemáticas (PRAHM; Costa et al., 2017). O primeiro estudo de aplicação desse instrumento foi realizado com crianças com desenvolvimento típico e com crianças com Síndrome de Down. Entretanto, o protocolo foi utilizado também com crianças com TEA e outras deficiências associadas (paralisia cerebral), apresentando eficiência (Costa et al., 2021).

O PRAHM (Costa et al., 2017) é um protocolo (Anexo1) composto por 34 questões que avaliam contagem e numeração, produção de sequência, habilidades pré-aritméticas (maior, menor, igual, mais, menos) usando objetos 3D, 2D e imagens (1D), problemas orais e reconhecimento de figuras geométricas. O repertório avaliado é esperado para alunos que tenham concluído a educação infantil.

Tentativas de MTS no programa de computador MestreLibras (Elias & Goyos, 2010) foram utilizadas para avaliar o repertório das relações número-quantidade e familiarizar o participante ao ambiente virtual e ao manuseio de *mouse*. Nessas tentativas, um número foi apresentado como estímulo modelo e três figuras contendo quantidades distintas foram apresentadas como estímulos de comparação; a resposta considerada correta em cada tentativa foi clicar com o mouse sobre o estímulo de comparação que contivesse a quantidade correspondente ao número apresentado como modelo. Foram apresentados três blocos com nove tentativas cada bloco (três tentativas para cada relação número-quantidade); o primeiro bloco conteve tentativas com os números-quantidades de um a três; o segundo com números-quantidades de quatro a seis; o terceiro com números-quantidades de sete a nove. Variou em duas formas de apresentação: apresentando número e solicitando a quantidade, e apresentando a quantidade e solicitando o número, como pode ser visto na Figura 2.

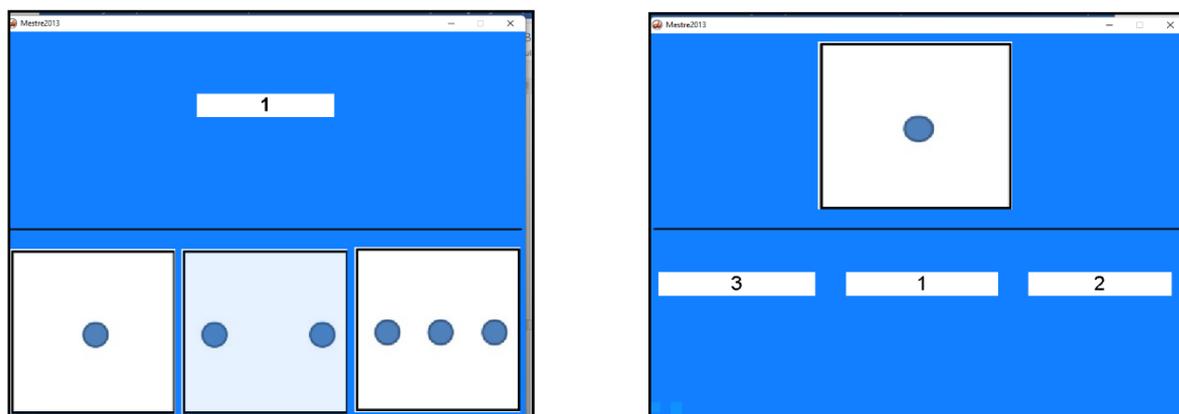


Figura 2. Exemplo de tentativas para teste número-quantidade e quantidade-número.
Fonte: MestreLibras (Elias & Goyos, 2010)

Para apresentar as tentativas de ensino e de teste de multiplicação, foi utilizado o jogo de computador Besouriz (Silva & Picharillo, 2019). O Besouriz é uma ferramenta planejada para este estudo como um jogo virtual idealizado para o ensino de multiplicação por equivalência aditiva. O jogo foi desenvolvido em um *software* de acesso livre, sendo possível o *download* para os principais sistemas operacionais (Windows, Linux e Mac). Entretanto, a programação utilizada neste estudo ainda não está compartilhada publicamente, sendo previsto seu compartilhamento quando este estudo passar pelo exame de defesa.

O jogo Besouriz foi criado na plataforma Scratch (2023), que permite manipulação e adaptação às condições experimentais. Seu objetivo é ensinar o conceito de multiplicação utilizando equivalência aditiva, transformando a operação de multiplicação em uma operação de soma (por exemplo, para resolver a operação 3×4 , faz-se a soma $4+4+4$ ou $3+3+3+3$), uma vez que a multiplicação nada mais é que a soma de fatores iguais ou diferentes. O jogo apresenta potinhos contendo quantidades de besouros/joaninhas do lado esquerdo da tela, a operação sem o resultado na parte inferior direita, ao lado do avatar escolhido pelo participante, e uma grade para ser preenchida, contendo a quantidade de quadrados requisitada em uma operação de multiplicação,

apresentada na tela do lado superior direito. A Figura 3 apresenta o *layout* do jogo quando inicia e quando conclui a etapa. A ação do participante é arrastar um potinho de cada vez para a grade até todos os quadrinhos serem preenchidos. A fase não termina enquanto todos os quadrinhos não forem preenchidos, no caso de ultrapassar o valor, os besouros excedentes ficam acumulados em cima do avatar, na direção das mãos. Descrevendo a contingência, era esperado que diante do estímulo da conta 2×3 (Figura 3), o participante respondesse com a escolha de dois potes contendo três joaninhas, que resultaria no preenchimento correto da grade, como está apresentado na Figura 3:



Figura 3. Exemplo do layout do jogo Besouriz

Fonte: Silva e Picharillo (2019)

Estímulos experimentais

Os estímulos experimentais foram os numerais arábicos organizados como as tabuadas do um, dois e três (ver Tabela 8), exceto o numeral zero, e as imagens dos potes com os besouros de cada quantidade a ser somada, conforme exemplos da Figura 3 (lado esquerdo).

Tabela 8. Numerais organizados como tabuada.

Tabuada 1	Tabuada 2	Tabuada 3
-----------	-----------	-----------

1x1	2x1	3x1
1x2	2x2	3x2
1x3	2x3	3x3
1x4	2x4	3x4
1x5	2x5	3x5
1x6	2x6	3x6
1x7	2x7	3x7
1x8	2x8	3x8
1x9	2x9	3x9

Procedimento

A Tabela 9 apresenta toda a sequência do procedimento experimental utilizado neste estudo.

Tabela 9. Síntese do procedimento

Etapa	Atividade	Tentativas por relação	Critério
1	Pré-teste escrito 1 (recrutamento)	-	< 50 %
2	Instrumentos de caracterização	-	-
3	Teste das relações número-quantidade e quantidade-número	3	-
4	Linha de base para todos os estímulos	3	-
5	Pré-teste escrito 2	-	-
6	Ensino dos operantes Matriz 1* (com imagem)	3	100%
7	Teste do repertório emergente (com imagem)	3	90%
8	Ensino de operantes Matriz 1 (sem imagem)	3	100%
9	Teste do repertório emergente (sem imagem)	3	90%
10	Pós-teste escrito	-	-
11	Sonda de todos os estímulos	1	-
12	Ensino dos operantes Matriz 2 (com imagem)	3	100%
13	Teste do repertório emergente (com imagem)	3	90%
14	Ensino dos operantes Matriz 2 (sem imagem)	3	100%
15	Teste do repertório emergente (sem imagem)	3	90%
16	Pós-teste escrito	-	-
17	Sonda de todos os estímulos	1	-
18	Ensino dos operantes Matriz 3 (com imagem)	3	100%
19	Teste do repertório emergente (com imagem)	3	90%
20	Ensino dos operantes Matriz 3 (sem imagem)	3	100%
21	Teste do repertório emergente (sem imagem)	3	90%
22	Sonda de todos os estímulos	1	-
22	Pós-teste escrito	-	-

Nota: * As matrizes estão apresentadas nas Tabelas 10 e 11.

De maneira geral, as etapas de ensino exigiram 100% de acertos e as etapas de teste exigiram 90% de acertos para avançar no procedimento, em ambos os tipos houve apresentação de três tentativas por estímulo ensinado ou testado. Nas etapas de sonda de todos os estímulos e pós-teste escrito não houve critério para avançar no procedimento. No caso de o participante não atingir critério das etapas 7, 9, 13, 15, 19 e 21, o ensino dos operantes era retomado, conforme descrito no procedimento.

Recrutamento e Aplicação do Teste Escrito

A pesquisadora entrou em contato com a gestora pedagógica responsável pelas instituições de ensino regular e especializada e solicitou que fosse apresentada às professoras das séries que atendiam a faixa etária deste projeto (entre sete e 11 anos). Em seguida, a pesquisadora explicou o objetivo e o desenvolvimento do projeto e solicitou que, mediante essas informações, a professora indicasse alunos para o primeiro contato.

A partir da indicação, foram entregues os documentos TCLE para cada possível participante, diante do retorno do documento assinado pelos pais ou responsável, o TALE foi lido para o participante para posterior assinatura. Quando os documentos estavam devidamente assinados, os participantes receberam a folha de teste escrito para avaliar se cumpriam os requisitos (acertos inferiores a 50%).

A aplicação foi individual e em extinção (sem consequências diferenciais programadas para acertos ou erros), com a pesquisadora dando a instrução para o aluno preencher as tabuadas que soubesse, permanecendo ao lado durante o tempo de execução.

Aplicação dos instrumentos

Após o recrutamento, foram aplicados os instrumentos de caracterização de repertório matemático PRAHM, teste das relações número-quantidade e quantidade-número e o jogo Besouriz.

Procedimento de Ensino 1

O participante iniciava as atividades, sentado em frente a um computador já ligado com o ícone do jogo Besouriz na tela, com a pesquisadora permanecendo sentada ou em pé, à direita dele. Assim que a pesquisadora clicava no ícone, o jogo iniciava apresentando uma tela com sete avatares (Figura 4) para que um fosse escolhido pelo aluno. Em cada sessão, o aluno poderia escolher o mesmo avatar ou outro de sua preferência. Ao clicar no avatar, o computador apresentava tela similar à Figura 4. Em seguida, a pesquisadora apresentava a instrução oral “Leve os potes até o personagem” ao mesmo tempo que apontava para os potes de besouros/joaninhas mostrados na tela do jogo e para a operação de multiplicação, iniciando o bloco de tentativas.



Figura 4. Avatares.

Fonte: Silva & Picharillo (2019)

A tentativa ficava disponível até que o participante arrastasse a quantidade exata ou maior de acordo com a operação sendo apresentada (por exemplo, se a operação fosse 2×3 , a tentativa terminava quando o participante arrastava potes que somassem 6 ou mais

do que 6). Em tentativas de ensino, respostas corretas (arrastar a quantidade exata) foram seguidas por uma tela azul com um sorriso simbólico [:)] e consequências sociais apresentadas pela pesquisadora; respostas incorretas (arrastar quantidade maior do que está sendo solicitada) foram seguidas de uma tela preta por 2s e a próxima tentativa. Nas tentativas de teste, não houve consequências diferenciais programadas para acertos e erros, apenas a apresentação da próxima tentativa.

A Tabela 10 apresenta as matrizes que foram utilizadas no Procedimento de Ensino 1. As células pintadas (cinza) representam a diagonal principal e as operações de multiplicação que foram diretamente ensinadas; as outras células indicam as operações que foram testadas; os números em negrito da coluna representam o número de potes e os números em negrito das linhas representam a quantidade de besouros dentro dos potes.

Tabela 10. Matrizes do Procedimento de Ensino 1.

Matriz 1			
	1	2	3
1	1x1	1x2	1x3
2	2x1	2x2	2x3
3	3x1	3x2	3x3

Matriz 2			
	4	5	6
1	1x4	1x5	1x6
2	2x4	2x5	2x6
3	3x4	3x5	3x6

Matriz 3			
	7	8	9
1	1x7	1x8	1x9
2	2x7	2x8	2x9
3	3x7	3x8	3x9

Os blocos de ensino tiveram duas formas de dicas que foram esvanecidas. A primeira foi a inclusão gradual do número de potes, iniciando com a apresentação

somente dos potes que compunham a resposta até alcance de critério; em seguida, foram incluídos dois potes que funcionaram como distratores (não necessários para construir a resposta). Ao alcançar o critério de aprendizagem com os distratores, a segunda dica, que se refere à apresentação dos besouros dentro do pote, foi retirada, deixando apenas o número no rótulo do pote. O critério de aprendizagem para cada uma dessas fases foi de pelo menos 90% de acertos em um bloco. O ensino da Matriz 1 (ver Tabela 10) terminou quando o participante atingiu o critério de aprendizagem na fase final sem os besouros.

O primeiro bloco, com uma tentativa de teste para cada estímulo, foi apresentado três vezes, totalizando três tentativas para cada combinação de estímulos (27 tentativas). Podendo ser aplicado em sessão única ou em mais de uma sessão, dependendo do tempo que o participante levou para terminar o bloco, bem como de seu engajamento na tarefa. Esta etapa teve a função de medir em linha de base o desempenho do participante para as operações das Matrizes 1, 2 e 3 (ver Tabela 10). Em seguida, foi iniciado o bloco de ensino das operações 1×1 , 2×2 e 3×3 (células pintadas na Matriz 1 da Tabela 10), com três tentativas para cada operação, apresentadas de forma randômica, seguindo a sequência das dicas e de critério de aprendizagem apresentados anteriormente. Ao atingir o critério de aprendizagem, foi apresentado um bloco com nove tentativas de teste para todas as operações da Matriz 1 (ver Tabela 10). Atingindo o critério de maior ou igual a 90% de acertos nesse teste, foi apresentada a sonda com todos os estímulos das três matrizes e novamente o teste escrito das tabuadas; caso contrário, toda a fase de ensino seria repetida com outras três operações da Matriz 1 (por exemplo, 1×2 , 2×3 , 3×1) e assim por diante. As etapas de ensino tinham consequências de tela azul com o desenho pictográfico do sorriso seguidos de consequências sociais para acertos e tela preta para erros. Nas fases de teste Matriz 1, apenas as tentativas correspondentes as do ensino (1×1 ,

2x2, 3x3) receberam as mesmas consequências descritas. Na sequência, iniciou-se o ensino da Matriz 2 (ver Tabela 10)

Quando necessário, o ensino para as Matrizes 2 e 3 seguiram os mesmos passos e critérios descritos para a Matriz 1.

Procedimento de Ensino 2

Com a finalidade de verificar se o ensino inicial com números distintos produziria um padrão de aprendizagem diferente do que foi encontrado no Procedimento de Ensino 1, foi planejada a sequência de ensino descrita a seguir. Esse procedimento seguiu todas as etapas do Procedimento de Ensino 1, com a diferença de que, para a Matriz 1, ao invés de serem ensinadas as operações com números iguais da diagonal principal (1x1, 2x2, 3x3), foram ensinadas outras operações que envolviam números distintos (1x2, 2x3, 3x1), conforme apresentado na Tabela 11. Esse formato se justifica pois com números iguais (por exemplo, 2x2) o participante poderia selecionar “x” potes com “x” besouros, enquanto com números diferentes (por exemplo, 2x3), o participante poderia escolher se selecionaria “x” (2) potes com “y” (3) besouros ou “y” (3) potes com “x” (2) besouros. Além disso, esse formato se aproximou mais do que é ensinado para as Matrizes 2 e 3, em que não há multiplicações com números iguais na fase de ensino. As etapas de ensino tinham consequências de tela azul com o desenho pictográfico do sorriso seguido de consequências sociais para acertos e tela preta para erros. Nas fases de teste Matriz 1, apenas as tentativas correspondentes as do ensino (1x2, 2x3, 3x1) receberam as mesmas consequências descritas. A fase de pós-teste avaliou os estímulos referentes as matrizes 1, 2 e 3 sem consequência programada. Seguida da fase de pós-teste escrito, também sem consequências programadas.

Tabela 11. Matrizes do Procedimento de Ensino 2

Matriz 1			
	1	2	3
1	1x1	1x2	1x3
2	2x1	2x2	2x3
3	3x1	3x2	3x3

Matriz 2			
	4	5	6
1	1x4	1x5	1x6
2	2x4	2x5	2x6
3	3x4	3x5	3x6

Matriz 3			
	7	8	9
1	1x7	1x8	1x9
2	2x7	2x8	2x9
3	3x7	3x8	3x9

Delineamento experimental

Foi utilizado o delineamento de pré e pós-teste escrito para avaliação dos desempenhos de multiplicação. Foi adotado esse tipo de avaliação para identificar se haveria generalização, considerando que no cotidiano é exigido que os alunos escrevam as multiplicações. Também foi utilizado o delineamento de múltiplas sondagens (Gast & Ledford, 2010) entre os grupos de estímulos em cada matriz.

Neste estudo, a variável independente foi o ensino da multiplicação por meio de equivalência aditiva. A variável dependente foi o desempenho dos participantes no repertório ensinado e avaliado nos testes do jogo e escritos.

Resultados

Procedimento de Ensino 1

A Tabela 12 apresenta os resultados dos participantes do Procedimento de Ensino 1 no teste escrito das tabuadas e nos instrumentos de caracterização.

A folha de avaliação escrita para as três tabuadas (1, 2 e 3) apresenta o total de 27 tentativas. Todos os participantes apresentaram rendimento de no máximo 4% de respostas corretas no pré-teste escrito de tabuada, exceto TEA1 que acertou 37%, ainda assim, inferior à taxa de 50% definida como critério de inclusão. O participante TEA2 apresentou taxa superior ao critério (67%), mesmo assim foi mantido no estudo para melhorar o próprio repertório, mas seus dados não serão discutidos nesta sessão de sondas escritas iniciais. Os resultados do Pré-teste 2 (antes ainda de iniciar a fase de ensino) demonstram que oito dos 16 participantes tiveram aumento no repertório escrito. TEA3 passou de 4% para 100% de acertos, DT5 e TEA8 passaram de 4% para 67% e DI1 passou de 4% para 52%, ou seja, os três passaram o critério de 50% de repertório antes de iniciarem as etapas de ensino.

Na avaliação com o PRAHM, 12 dos 17 participantes apresentaram percentual de acertos de 91% ou mais, TEA1 e TEA6 apresentaram uma taxa de 88%, TEA5 apresentou 79%, TEA8 e DT7 apresentaram 65%.

Os resultados da avaliação das relações número-quantidade com tentativas de MTS realizadas com o *software* MestreLibras estão representados por um par de taxas, sendo número-quantidade e quantidade-número, respectivamente. TEA2, TEA4, TEA9, DT4 e DT5 apresentaram 100% de acertos em todas as etapas. A menor taxa de acertos foi apresentada pelo participante DT7 no teste número-quantidade do grupo 7, 8, 9. De forma geral, para todos os participantes, nota-se que houve maior número de respostas incorretas conforme os números maiores eram apresentados, ou seja, mais erros para o grupo 7, 8, 9, em seguida para o grupo 4, 5, 6 e menor número de erros para o grupo 1, 2, 3.

Nota-se, também, que os participantes que obtiveram os resultados mais baixos no PRAHM, também foram os que apresentaram mais respostas incorretas nas tentativas

com MTS (TEA1, TEA5, TEA6, TEA8 e DT7). Por fim, os desempenhos dos participantes com TEA e dos participantes com desenvolvimento típico foram bastante semelhantes para todos os testes.

Tabela 12. Caracterização de repertório.

Nome	Acertos (%) no teste escrito		PRAHM (%)	Acertos (%) nos testes de Nro-Qtde / Qtde-Nro		
	Pré-teste 1	Pré-teste 2		Grupo 1,2,3	Grupo 4,5,6	Grupo 7,8,9
TEA1	37	44	88	100/100	100/100	44/67
TEA2	67	70	100	100/100	100/100	100/100
TEA3	4	100	100	100/100	100/100	78/100
TEA4	0	-	94	100/100	100/100	100/100
TEA5	0	0	79	100/100	89/100	44/89
TEA6	0	0	88	100/100	33/44	56/67
TEA7	0	4	94	89/100	100/100	100/100
TEA8	4	67	65	100/100	33/78	56/67
TEA9	4	4	94	100/100	100/100	100/100
DI1	4	52	91	100/100	100/100	89/100
DT1	4	4	91	100/100	89/100	67/67
DT2	4	44	97	100/100	100/100	89/100
DT3	4	34	100	100/100	89/100	100/78
DT4	4	33	94	100/100	100/100	100/100
DT5	4	67	91	100/100	100/100	100/100
DT6	0	0	97	89/100	44/89	77/89
DT7	0	0	65	100/67	56/67	11/100

*mesmo o participante estando fora do critério, foi mantido no estudo para benefício próprio.

- etapa não realizada pelo participante

Sondas de linha de base

Após a conclusão das aplicações dos instrumentos para caracterizar o perfil de repertório matemático dos participantes, foi introduzida a sondagem com os três grupos de estímulos das Matrizes 1, 2 e 3 no Besouriz. Foram aplicados três blocos de 27

tentativas, uma para cada combinação (1x1, 1x2, ...). A Tabela 13 apresenta o número de acertos de cada participante em cada Matriz.

Tabela 13. Desempenho em linha de base.

Nome	Acertos (%)								
	Matriz 1			Matriz 2			Matriz 3		
	Blocos			Blocos			Blocos		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
TEA1	67	78	89	33	44	67	33	44	78
TEA2	78	100	100	89	100	100	100	100	100
TEA3	89	100	100	78	67	67	44	67	78
TEA4	78	100	100	78	100	89	89	89	100
TEA5	67	89	67	44	44	55	33	11	55
TEA6	78	44	100	33	44	22	33	55	22
TEA7	67	67	55	0	44	44	11	0	44
TEA8	55	55	78	11	22	22	33	11	0
TEA9	33	67	67	55	22	44	22	44	33
DI1	89	100	100	22	89	100	22	100	100
DT1	78	89	67	55	22	44	22	55	44
DT2	78	89	78	78	67	67	33	33	100
DT3	89	100	100	89	78	100	100	100	89
DT4	78	89	89	44	22	55	33	44	67
DT5	78	100	78	67	44	44	33	55	22
DT6	67	100	100	22	44	44	22	0	89
DT7	55	55	67	22	22	44	22	22	11

Nota. As células cinza indicam os blocos com, no máximo, um erro.

O desempenho apresentado pelos 17 participantes foi heterogêneo, embora seja possível afirmar que todos apresentaram melhores resultados na avaliação dos blocos da Matriz 1 (1x1, 1x2, 1x3, 2x1, 2x2, 2x3, 3x1, 3x2, 3x3). Apenas três participantes apresentaram taxas de 55% de acerto em, pelo menos, um dos blocos dessa matriz, enquanto oito participantes apresentaram desempenho de 100% de acerto em pelo menos um dos blocos dessa matriz.

Considerando o desempenho para a Matriz 2 (1x4, 1x5, 1x6, 2x4, 2x5, 2x6, 3x4, 3x5, 3x6) é possível observar que apenas quatro participantes atingiram 100% de acertos em ao menos um bloco, e a taxa mínima de acertos desceu para 0% para um participante em ao menos um bloco. O número de participantes com até 55% de acertos em ao menos um bloco totalizou 12.

Para a Matriz 3 (1x7, 1x8, 1x9, 2x7, 2x8, 2x9, 3x7, 3x8, 3x9) quatro participantes atingiram 100% de acertos em ao menos um bloco, enquanto três participantes apresentaram 0% de acertos em ao menos um bloco. Participantes com até 55% de acertos em ao menos um bloco, totalizaram 14.

Com relação à essa fase, ainda é possível afirmar que cinco participantes apresentaram aumento na taxa de acertos no terceiro bloco de cada matriz. Os participantes TEA2, TEA4, DI1 e DT3 além de apresentarem o aumento progressivo a cada bloco, atingiram 100% de acertos em ao menos um bloco de cada matriz. Nota-se novamente que houve semelhança no desempenho dos participantes com TEA e aqueles com desenvolvimento típico, considerando a heterogeneidade geral dos resultados.

Após a fase de avaliação para linha de base, a avaliação escrita foi aplicada novamente com todos os participantes, e os resultados são apresentados na Tabela 12. Como TEA3 acertou todas as tentativas da avaliação escrita, demonstrando domínio do conceito de multiplicação¹, a coleta com ele foi encerrada. O participante TEA4 mudou de turma na instituição e não continuou o estudo.

Os demais participantes, mesmo demonstrando variação de acertos, não demonstraram o domínio do conceito após a segunda aplicação da avaliação escrita.

¹ TEA3 fala em tom audível o que está pensando enquanto resolve as atividades e expressou oralmente que estava somando a quantidade o número de vezes solicitado pela conta. Por exemplo, na conta 3×2 , que deveria somar a quantidade 2 por três vezes.

Portanto, para os 15 alunos, foi iniciado o procedimento de ensino seguindo as etapas descritas na Tabela 9.

Iniciando as fases de ensino, foram apresentados os estímulos de potes e a grade correspondentes às operações de multiplicação: 1×1 , 2×2 e 3×3 (Tabela 8). Na primeira fase de ensino os potes tinham a pista visual de besouros desenhados de acordo com o número. Foram apresentadas nove tentativas. O primeiro teste com pista visual avaliou 27 tentativas referentes à Matriz 1 (Tabela 8). Na sequência, foi realizado o ensino dos mesmos estímulos sem pista visual, as mesmas nove tentativas, seguido do teste sem pista visual com 27 tentativas dos estímulos da Matriz 1. A fase de pós-teste no jogo avaliou os estímulos referentes às matrizes 1, 2 e 3 sem consequência programada. Seguida da fase de pós-teste escrito, também sem consequências programadas.

Dos 15 participantes, oito concluíram as etapas da Matriz 1 de ensino e testes, e apresentaram resultado de 100% de acertos no teste escrito das três matrizes. Quatro participantes apresentaram desempenho de até 89% no teste escrito das três matrizes, dois participantes, TEA5 e DT7, não concluíram as etapas de pós-teste do jogo e escrito. TEA7 se recusou a preencher o pós-teste escrito. Os 13 participantes que realizaram o pós-teste do jogo que avaliava as três matrizes, acertaram a partir de 89%, reiterando que foram ensinadas apenas três relações da Matriz 1. Os resultados estão apresentados na Tabela 14.

Tabela 14. Desempenho no ensino

Participante	Acertos (%)					
	Ensino diagonal Matriz 1	Teste Matriz 1 com pista visual	Ensino diagonal Matriz 1	Teste Matriz 1 sem pista visual	Pós-teste Jogo	Pós teste escrito

	com pista visual		sem pista visual			
TEA1	100	100	100	100	100	67
TEA2	100	96	100	100	100	100
TEA5	100	96	100	74	-	-
TEA6	100	100	100	96	96	89
TEA7	100	96	100	100	89	-
TEA8	100	100	100	100	100	67
TEA9	100	100	100	100	96	100
DI1	100	96	100	100	89	100
DT1	100	100	100	100	100	100
DT2	100	96	100	96	100	74
DT3	100	100	100	100	100	100
DT4	100	100	100	96	100	100
DT5	100	100	100	100	100	100
DT6	100	100	100	96	100	100
DT7	100	100	100	100	-	-

- Etapa não realizada pelo participante

Procedimento de Ensino 2

A Tabela 15 apresenta os resultados dos participantes do Procedimento de Ensino 2 no teste escrito das tabuadas e nos instrumentos de caracterização.

A folha de avaliação escrita para as três tabuadas (1, 2 e 3) apresentam o total de 27 tentativas. Todos os participantes apresentaram rendimento de no máximo 7% no pré-teste escrito de tabuada. Os resultados do pós-teste demonstram que três dos nove participantes tiveram aumento no repertório escrito, DT13 passou de 4% para 44% de acertos, DT10 passou de 4% para 33% e DT8 passou de 0% para 11%, mesmo assim, nenhum participante atingiu 50% de acertos.

Na avaliação com o PRAHM, dos nove participantes, quatro apresentaram taxa de acertos de 94% ou mais, DT9 e DT12 apresentaram uma taxa de 88%, DT14 apresentou 85%, DT11 apresentou 76% e TEA10 41%.

Os resultados da avaliação das relações número-quantidade realizada com o *software* MestreLibras, estão representados por um par de taxas, sendo número-quantidade e quantidade-número respectivamente. Todos os participantes apresentaram 100% de acertos nas etapas do grupo 1,2,3, apenas DT13 apresentou 100% de acertos em

todas as etapas. A menor taxa de acertos foi apresentada pela participante TEA10 no teste número-quantidade do grupo 4,5,6. De forma geral para todos os participantes, assim como no Procedimento de Ensino 1, nota-se que houve maior número de respostas incorretas conforme os números maiores eram apresentados, ou seja, mais erros para o grupo 7,8,9, em seguida para o grupo 4,5,6 e menor número de erros para o grupo 1,2,3.

Novamente, assim como no Procedimento de Ensino 1, os desempenhos dos participantes com TEA e dos participantes com desenvolvimento típico foram bastante semelhantes para todos os testes.

Tabela 15. Caracterização de repertório

Nome	Tabuada acertos (%)		PRAHM (%)	MestreLibras acertos (%) Nro-Qtde / Qtde-Nro		
	Pré-teste 1	Pré-teste 2		Grupo 1,2,3	Grupo 4,5,6	Grupo 7,8,9
TEA10	4	4	41	100/100	67/100	100/89
TEA11	0	0	94	100/100	89/89	22/78
DT8	0	11	97	100/100	100/100	100/67
DT9	7	4	88	100/100	78/100	100/89
DT10	4	33	97	100/100	100/100	89/100
DT11	4	0	76	100/100	100/100	78/100
DT12	4	4	88	100/100	89/100	100/100
DT13	4	44	94	100/100	100/100	100/100
DT14	0	0	85	100/100	100/100	100/89

Sondas de linha de base

Após a conclusão das aplicações dos instrumentos para elaborar o perfil de repertório matemático dos participantes, foi introduzida a sondagem com os três grupos de estímulos das Matrizes 1, 2 e 3 no Besouriz. Foram aplicados três blocos de 27 tentativas, uma para cada combinação (1x1, 1x2, ...). A Tabela 16 apresenta o número de acertos de cada participante em cada Matriz.

Tabela 16. Desempenho em linha de base.

Nome	Acertos (%)								
	Matriz 1			Matriz 2			Matriz 3		
	Blocos			Blocos			Blocos		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
TEA10	78	89	67	22	11	11	11	11	11
TEA11	67	89	89	44	22	89	44	22	100
DT8	67	89	100	0	55	78	55	22	76
DT9	78	89	78	44	44	33	44	44	11
DT10	78	78	78	78	67	55	33	22	100
DT11	66	55	-	22	0	-	11	11	-
DT12	78	78	89	44	78	55	55	44	44
DT13	89	100	100	55	89	89	44	44	67
DT14	78	55	89	55	33	55	55	0	33

Nota. As células cinza indicam os blocos com no máximo um erro.

- Etapa não realizada pelo participante

O desempenho apresentado pelos nove participantes foi heterogêneo, embora seja possível afirmar que sete participantes apresentaram melhores resultados na avaliação dos blocos da Matriz 1 (1x1, 1x2, 1x3, 2x1, 2x2, 2x3, 3x1, 3x2, 3x3). Apenas dois participantes apresentaram 55% de acerto em pelo menos um dos blocos dessa matriz.

Considerando o desempenho para os estímulos da Matriz 2 (1x4, 1x5, 1x6, 2x4, 2x5, 2x6, 3x4, 3x5, 3x6) é possível observar que nenhum participante atingiu 100% de acertos em ao menos um bloco, e a taxa mínima de acertos desceu para 0% para dois participantes em ao menos um bloco. Todos os participantes apresentaram até 55% de acertos em ao menos um bloco dessa matriz.

Observando o desempenho para os estímulos da Matriz 3 (1x7, 1x8, 1x9, 2x7, 2x8, 2x9, 3x7, 3x8, 3x9), dois participantes atingiram 100% de acertos em ao menos um bloco, e um participante apresentou 0% de acertos em ao menos um bloco. Quatro participantes obtiveram mais de 67% de acertos em ao menos um bloco, enquanto os outros cinco atingiram no máximo 55% de acertos em ao menos um bloco dessa matriz.

Nota-se novamente que houve semelhança no desempenho dos participantes com TEA e aqueles com desenvolvimento típico, considerando a heterogeneidade geral dos resultados.

Retomando as fases de ensino, foram apresentados os estímulos de potes e grade correspondentes às operações de multiplicação: 1×2 , 2×3 e 3×1 (Tabela 9). Na primeira fase de ensino, os potes tinham a pista visual de besouros desenhados de acordo com o número, foram apresentadas nove tentativas. O primeiro teste com pista visual avaliou 27 tentativas referentes a Matriz 1 (Tabela 9). Na sequência foi realizado o ensino dos mesmos estímulos sem pista visual, as mesmas nove tentativas, seguido do teste sem pista visual com 27 tentativas dos estímulos da Matriz 1.

Dos nove participantes, cinco concluíram as etapas da Matriz 1 de ensino e testes, e apresentaram resultado de 100% de acertos no teste escrito das três matrizes. Um participante apresentou desempenho de até 96% no teste escrito das três matrizes, três participantes, TEA10, DT12 e DT14, não concluíram as etapas de pós-teste do jogo e escrito. Dos seis participantes que concluíram o procedimento, apenas um participante apresentou menos de 100% no pós-teste do jogo quando avaliadas as relações das três matrizes, reiterando que foram ensinadas aos participantes apenas três relações da Matriz 1. Os resultados são apresentados na Tabela 17.

Tabela 17. Desempenho ensino.

Participante	Acertos (%)					
	Ensino diagonal Matriz 1 com pista visual	Teste Matriz 1 com pista visual	Ensino diagonal Matriz 1 sem pista visual	Teste Matriz 1 sem pista visual	Pós-teste Jogo	Pós teste escrito
TEA10	100	100	-	-	-	-
TEA11	100	100	100	100	100	100
DT8	100	93	100	100	100	100

DT9	100	100	100	100	100	100
DT10	100	100	100	100	100	100
DT11	100	96	100	93	96	96
DT12	100	96	-	-	-	-
DT13	100	100	100	96	100	100
DT14	100	100	-	-	-	-

- Etapa não realizada pelo aluno

Discussão

Avaliação de repertório inicial

Inicialmente será discutido o repertório geral de entrada de todos os participantes, embora tenham participado de procedimentos distintos. Com relação ao repertório sobre multiplicação, 24 participantes apresentaram acertos até 7% no primeiro teste escrito, um acertou 37% e outro 67%. Isto significa que 25 participantes não sabiam sobre o conceito de multiplicação, um dos caminhos utilizados para a resolução das multiplicações foi a de interpretá-la como soma, ou seja, 2×1 foi lido, interpretado e resolvido como $2+1$. Portanto, nos testes de 15 participantes ocorreu um acerto (4%) que se deve a 2×2 ter o mesmo resultado de $2+2$.

Com relação aos resultados do PRAHM (Costa et al., 2017), 16 participantes também demonstraram repertório similar, entre 90% e 100% de acertos, seis participantes acertaram entre 79% e 88%, um participante acertou 76%, um participante acertou 65% e dois participantes acertaram 41%. Dessa forma, 85% dos participantes apresentaram repertório de contagem, produção de sequência, habilidades pré-aritméticas com objetos e formas, noção de conjunto e resolução de problemas orais. O erro mais frequente nas respostas dos participantes foi na nomeação de figuras geométricas, no qual apenas nove participantes nomearam corretamente triângulo, círculo e quadrado.

O repertório de relacionar número/quantidade e quantidade/número de um a nove, apresentou suas maiores diferenças nas quantidades maiores, o terceiro grupo 7, 8 e 9, pouco mais da metade dos participantes, cerca de 54%, acertaram entre 89% e 100% nos

testes desse grupo. Analisando a condição de desenvolvimento típico e TEA, a porcentagem se mantém, ou seja, participantes independentemente de terem TEA, apresentaram dificuldades com valores mais altos.

É importante destacar que a apresentação de repertório similar entre idades distintas é preocupante uma vez que se os alunos com sete anos estão dentro do esperado, ou seja, em processo de aquisição e sem conhecimento do conteúdo, era esperado que alunos mais velhos, por já terem passado pelo segundo ano do Ensino Fundamental, apresentassem um repertório minimamente mais elaborado, com melhores resultados. Entretanto, cabe pontuar que diante do retorno recente às aulas presenciais após as restrições impostas pela pandemia da COVID-19, alunos do primeiro, segundo e terceiro anos retornaram presencialmente à escola ao mesmo tempo. Tal fato pode justificar o nivelamento demonstrado pelos alunos e que as medidas educacionais tomadas neste período, com aulas remotas ou atividades conduzidas em casa, não produziram resultados satisfatórios. Gonçalves et al. (2023) publicaram que apesar do ensino remoto emergencial ter promovido o desenvolvimento de habilidades tecnológicas, que antes não eram exploradas, foi evidenciado o aumento do déficit de aprendizagem, bem como a acentuação das diferenças sociais, aumento do índice de trabalho infantil e da violência doméstica.

De acordo com os dados da Tabela 6, 24 (92%) participantes apresentaram maior número de acertos na Matriz 1 nos três blocos de avaliação, variando entre 55% e 100% de acertos. O *layout* do jogo apresenta uma grade com o total de besouros, por exemplo, quando a conta é 2x2 a grade é formada por quatro quadrados. Durante a realização dessa etapa, foi possível observar momentos que os participantes contavam a grade, alguns estenderam a mão e contaram tocando cada quadrado. Olhando para os resultados referentes à terceira matriz, 23 participantes (88%) pontuaram até 55% em ao menos um

dos blocos de avaliação, reafirmando a fragilidade do repertório encontrado na avaliação das relações número/quantidade e quantidade/número.

Retomando os resultados sobre a relação número-quantidade avaliada com o programa MestreLibras, que indicou que 46% dos participantes acertaram até 88%, pode-se inferir que a dificuldade na contagem de quantidades maiores esteja relacionada com a tentativa de não demonstrar que estavam contando. Esta inferência se deve a observação do comportamento dos participantes ficarem com o rosto voltado para a grade e parados por um tempo, provavelmente contando, entretanto, a pesquisadora optou por não perguntar por considerar que pudesse ser uma dica durante as tentativas. Portanto, pode ser que alguns participantes se perdiam em quantidades maiores, justificando a maior taxa de acertos para a Matriz 1. Esses dados concordam com Carmo e Prado (2004) que afirmam a ocorrência da subtização, ou seja, quantidades até quatro não há a necessidade do uso da habilidade de contagem.

No entanto, aconteceu um fato que não foi considerado durante a elaboração deste estudo, mas que foi procedimentalmente ajustado ao longo dele. Foi uma variável interveniente o aprendizado dos alunos ainda em fase de teste do jogo, mesmo com a instrução reduzida fornecida pela pesquisadora (“Leve os potes até o personagem”), que ocorreu apenas com os participantes TEA3 e TEA2, ambos com TEA. Para auxiliar no controle do desenvolvimento do repertório de multiplicação, foram introduzidas avaliações escritas de tabuadas ao final da linha de base e ao final do procedimento de ensino de cada matriz.

Como o participante TEA3 já concluiu o estudo na etapa de avaliações, ou seja, aprendeu como ocorre a multiplicação, não fez sentido que ele seguisse no estudo, sendo impossível identificar se o aluno se beneficiaria do procedimento de matriz recombinativa. Entretanto, este dado pode indicar a utilização de jogos virtuais como

facilitadores no processo de ensino de conteúdo matemático, concordando com os resultados encontrados na literatura para a utilização de jogos no ensino de matemática (Bessa & Costa, 2017; Kliszcz et al., 2016; Moraes & Colpani, 2018). O aluno demonstrou entusiasmo quando entendeu o conceito, verbalizando que havia entendido como resolver as multiplicações. Durante a avaliação escrita, por diversas vezes o aluno disse em voz alta que estava feliz por ter aprendido em uma aula, uma vez que o aluno realizou os três blocos em uma sessão.

Por se tratar de um participante que relatava oralmente o que estava pensando durante a resolução, foi possível compreender que ele rapidamente descobriu que o número de quadrados dispostos na grade apresentada na tela do jogo se referia ao total da multiplicação. Dessa forma, mais de uma vez contou quantos eram os quadrados e dizia a conta antes de resolver: “têm seis quadrados, então $2 \times 3 = 6$ ”. Diante da constatação, o participante levava os potes sem ficar muito preso a lógica do jogo. No entanto, na resolução escrita, ele disse “ 3×4 é somar o quatro três vezes” e realizou a operação com o auxílio dos dedos.

Para os demais participantes, embora não tenham atingido o máximo desempenho na avaliação escrita, notamos que 14 dos 26 também demonstraram avanços. O fato de o Besouriz utilizar a soma de partes iguais, pode ser um facilitador. Esta consideração concorda com o estudo de Silva e Zaidan (2021), que destacam que a utilização de um jogo que evidencie a propriedade de soma de fatores iguais, facilita a aprendizagem do conceito de multiplicação. Para os números maiores que nove, os participantes se atrapalhavam na contagem ou evitavam contar. Na resolução da atividade escrita, os participantes que não avançaram, continuaram interpretando a multiplicação como soma. Nestes casos, para as operações cujos resultados eram maiores que nove, também foram observados erros na operação de soma.

Procedimento de Ensino 1

O segundo semestre do ano letivo de 2022 foi bastante conturbado, ocorrendo diversos feriados prolongados, copa do mundo de futebol e eleições, além disso, havia a indicação para que, diante de sintomas gripais, alunos e professores não comparecessem às aulas, regra que se estendeu à pesquisadora. Diante desses ocorridos, o número de faltas dos participantes foi consideravelmente alto, embora não tenha sido sistematicamente registrado pela pesquisadora. Com isso, dos 15 participantes que iniciaram o procedimento, três não concluíram todas as etapas e para dois (um deles que não concluiu) seria indicado o ensino da Matriz 2.

Para 11 participantes, o ensino da Matriz 1 foi suficiente para aquisição do repertório de multiplicação por meio de fatores aditivos utilizando o Besouriz. Desses, oito participantes apresentaram a partir de 74% de acertos no teste escrito, o que demonstra que 73% dos participantes que finalizaram o estudo se beneficiaram do uso do Besouriz para a generalização no teste escrito. Estes dados reafirmam as proximidades com os dados de Silva e Zaidan (2021), levando a concordar que jogos com regras que conduzem à utilização de parcelas aditivas para obter o resultado de uma multiplicação podem potencializar a aprendizagem.

O desempenho entre participantes nas etapas de ensino direto foi homogêneo, nenhum deles precisou de sessões extras ou outras dicas para atingirem o critério de 100% de acertos. Todos foram expostos a apenas uma fase de nove tentativas, três para cada par de estímulos (1x1, 2x2, 3x3) com joaninhas e uma fase de nove tentativas, três para cada par de estímulos (1x1, 2x2, 3x3) sem a dica das joaninhas nos potes para contagem. A partir desse resultado, pode-se inferir que a retirada da dica visual da quantidade de joaninhas não atrapalhou o desempenho nas etapas de ensino direto. Ainda, é relevante

destacar que mesmo com repertórios iniciais distintos, a partir de um procedimento de ensino programado, a compreensão das tarefas foi obtida. Ou seja, pré-requisitos podem ser facilitadores, mas em sua ausência, o ensino pode ser programado para suprir as demandas (De Rose, 2005).

Não foi planejado para esse estudo o registro das estratégias que os participantes poderiam utilizar para passar pelas fases do jogo e para depois resolver o teste escrito, entretanto, algumas observações não sistemáticas foram registradas e podem corroborar com a análise dos resultados. Por exemplo, TEA1 recitava os números que escolhia em português e inglês durante todo o procedimento, também dizia “muito bem”, “good”, “excelente”, para si mesmo antes da pesquisadora fornecer a consequência social nas fases que era prevista.

TEA2 contava a grade e movia os potes que não lhe interessavam para o lado esquerdo, só depois pegava os potes de seu interesse e os levava até o avatar. DT3 começou a considerar outras possíveis combinações de valores para atingir o resultado, exemplo: $1 \times 3 = 3$ poderia ser formado por três potes de um se houvesse potes com essa quantidade. DT3 ainda encontrou o padrão da subtração na resolução do teste escrito, disse que o resultado anterior reduzia 3 ($27 - 3 = 24 = 3 \times 8$).

Ainda no teste escrito, realizado no final das etapas de ensino e avaliação da Matriz 1, alguns participantes contavam nos dedos, diziam que estavam contando mentalmente, ou ainda, desenharam blocos de palitinhos ou bolinhas para formar o conjunto dos fatores aditivos (três conjuntos de cinco palitinhos para 3×5), como exemplificado na Figura 5. A diversidade na estratégia pode estar relacionada à variabilidade de repertório, demonstrando que a aprendizagem não segue uma rota única, destacando a importância da observação dos comportamentos dos participantes para a programação de um ensino (De Rose, 2005; Henklain & Carmo, 2013).

1x1=	1	2x1=	2	3x1=	3
1x2=	2	2x2=	4	3x2=	6
1x3=	3	2x3=	6	3x3=	9
1x4=	4	2x4=	8	3x4=	12
1x5=	5	2x5=	10	3x5=	15
1x6=	6	2x6=	12	3x6=	18
1x7=	7	2x7=	14	3x7=	21
1x8=	8	2x8=	16	3x8=	24
1x9=	9	2x9=	18	3x9=	27

Figura 5. Exemplo da atividade escrita.

Os comportamentos citados anteriormente demonstram que os participantes buscaram por estratégias e padrões na solução tanto nas atividades virtuais como nas atividades escritas. A demonstração do reconhecimento de que para obter resultados que não estavam decorados bastava desenhar conjuntos com as quantidades para chegar ao resultado demonstrou que os participantes não estavam apenas decorando os resultados ensinados diretamente, mas iniciando a compreensão do conceito de multiplicação por adição. Isso explica os participantes terem acertado quantidades que não foram ensinadas diretamente referentes às Matrizes 1 e 2.

Retomando os resultados obtidos nos três blocos de avaliação antes das etapas de ensino direto, é importante destacar que apenas quatro participantes haviam apresentado 100% em ao menos um bloco da Matriz 3, enquanto ao final das etapas de ensino direto, nove participantes apresentaram 100% em todas as etapas, isso significa o aumento de 22% para 81% dos participantes (considerando os participantes que concluíram as etapas do procedimento de ensino Matriz 1).

TEA8 e DT7 apresentaram baixo desempenho no MestreLibras (33%/78% e 56%/67%, respectivamente) e no PRAHM (65% ambos), mesmo assim TEA8 apresentou 100% de acertos nas fases virtuais e 67% no teste escrito, retomando que a participante iniciou com 0% de acertos. DT7 apresentou 100% de acerto nas duas etapas de ensino direto e duas etapas de avaliação apenas da Matriz 1, não realizando o pós-teste geral virtual e nem o teste escrito. De toda forma, é possível inferir que o procedimento de ensino foi eficiente mesmo para os dois casos que o repertório de entrada era significativamente inferior aos demais participantes.

Neste procedimento foram ensinados três pares de estímulos (1x1, 2x2 e 3x3) e testados 27 pares de estímulos referentes às tabuadas do 1, 2 e 3, demonstrando que os participantes responderam corretamente 24 pares de estímulos não ensinados diretamente. Ainda, para uma participante, DT13, a pesquisadora perguntou: “e se fossem 5 x 7?”, a participante respondeu que seria só escrever cinco conjuntos de sete palitinhos e contar. É notável a economia de ensino, a demonstração da compreensão do conceito de multiplicação e a habilidade de generalizar para outras quantidades não ensinadas, indicando que esses participantes podem ter construído um repertório que facilitará a aprendizagem das demais tabuadas. Esses dados concordam com os resultados descritos na literatura diante da utilização do procedimento de matriz (Axe & Sainato, 2010; Frampton et al., 2016; Goldstein, 1983; Kohler & Malott, 2014; Wilson et al., 2017).

Procedimento de Ensino 2

As condições apontadas no Procedimento de Ensino 1 se repetem para o Procedimento de Ensino 2, dos nove participantes que iniciaram o procedimento, três não concluíram todas as etapas. Entretanto, os seis participantes que concluíram atingiram o critério de aprendizagem e cinco participantes atingiram 100% de acertos no pós-teste

virtual e no teste escrito e um participante apresentou 96% de acertos em ambas as situações. Portanto, para esse grupo, o procedimento utilizando o Besouriz foi eficiente para os sete participantes que concluíram as etapas, sendo observada a generalização para a atividade escrita, como costuma ser aplicada no contexto escolar. Ainda 100% dos participantes que concluíram se beneficiaram do procedimento.

O desempenho entre os participantes que concluíram as etapas de ensino direto, avaliação Matriz 1, pós-teste geral virtual e teste escrito, foi homogêneo. Nenhum deles precisou de sessões extras ou outras dicas para atingirem o critério de 100% de acertos nas etapas de ensino direto, e as taxas de acerto nas etapas de avaliação apresentaram uma variação de apenas 7% (93% a 100%). Todos foram expostos a apenas uma fase de nove tentativas, três para cada par de estímulos (1x2, 2x3, 3x1) com joaninhas e uma fase de nove tentativas, três para cada par de estímulos (1x2, 2x3, 3x1) sem a dica das joaninhas nos potes para contagem. A partir desse resultado, pode se inferir que a retirada da dica visual da quantidade de joaninhas não atrapalhou o desempenho nas etapas de ensino direto, assim como observado no Procedimento de Ensino 1.

Algumas situações pontuais devem ser destacadas. A participante TEA10 obteve o desempenho mais baixo entre participante no PRAHM (41%) e demandava mais tempo que os demais participantes para responder as atividades. Enquanto a maioria realizava de três a quatro blocos de tentativas, TEA10 realizou no máximo dois blocos por encontro, utilizando aproximadamente o mesmo tempo (cerca de 20 minutos). Este fato foi agravante ao contexto do ano letivo já apresentado, com isso a participante realizou as etapas de ensino direto com pista visual e teste Matriz 1 com pista visual, não havendo tempo hábil para a finalização do procedimento. Os participantes DT12 e DT14 tiveram muitas faltas na escola, não sendo possível finalizar o procedimento.

Apesar de TEA11 apresentar o desempenho mais baixo no Grupo 7,8,9 do MestreLibras (22%/78%), seu desempenho em todas as etapas do procedimento de ensino da Matriz 1 foi de 100% de acertos. Demonstrando que seu repertório inicial não atrapalhou na aquisição do repertório ensinado neste estudo. TEA11 também conversava durante as sessões e contava como estava resolvendo cada tentativa, demonstrando a construção do conceito de multiplicação por meio de fatores aditivos. Este participante também demonstrou como o procedimento de ensino utilizado foi eficiente para ensinar apesar da diferença de repertório, concordando com a literatura (De Rose, 2005; Henklain & Carmo, 2013).

De maneira análoga ao Procedimento de Ensino 1, para este procedimento também não foram planejadas anotações sistemáticas, entretanto algumas informações podem contribuir para compreensão dos dados produzidos. DT10 foi um participante que chorou algumas vezes quando viu a pesquisadora na escola e soube que não era seu dia de trabalhar. Ele foi um dos participantes que chegou a dizer que preferia trabalhar com a pesquisadora a ir para aula de educação física. O comportamento deste participante não era tão diferente dos demais, que sempre demonstravam muito carinho, abraçando a pesquisadora, andando de mãos dadas com ela e não querendo encerrar a sessão. A partir do engajamento dos participantes, pode-se inferir que eles estavam gostando da atividade que estavam participando. A utilização de jogos pode ser motivadora por oferecer uma condição diferente de apenas copiar e escrever, portanto, resultando na participação efetiva e bom desempenho (Pedro & Chacon, 2013; Alves et al., 2022).

Com relação às estratégias para aprender a passar nas fases do Besouriz e realizar o teste escrito, novamente foi possível observar que alguns contavam os quadros da grade que aparecia na tela do Besouriz, que contavam nos dedos, realizando a operação de soma antes de escolher o potinho adequado, ou disseram que estavam “pensando no total”

(cálculo mental). No teste escrito também foram observados registros de conjuntos nas quantidades das operações e contagem com o auxílio dos dedos. O registro de conjuntos denota o conhecimento sobre conjuntos como facilitador, embora não seja o único método, e auxiliou na generalização para outras quantidades e para o teste escrito.

Também para este procedimento, pode se dizer que os comportamentos citados anteriormente demonstram que os participantes buscaram por estratégias e padrões na solução tanto nas atividades virtuais como nas atividades escritas. A demonstração do reconhecimento que para obter resultados que não estavam decorados bastava desenhar conjuntos com as quantidades para chegar ao resultado sugere que os participantes não estavam apenas decorando os resultados ensinados diretamente, mas iniciando a compreensão do conceito de multiplicação. Isso explica os participantes terem acertado quantidades que não foram ensinadas diretamente referentes as Matizes 1 e 2. Inere-se que esse desempenho foi possível, pois os participantes já apresentavam algumas habilidades pré-aritméticas com os números de 1 a 9, como contagem e quantidade.

Neste procedimento foram ensinados três pares de estímulos (1×2 , 2×3 e 3×1) e testados 27 pares de estímulos referentes às tabuadas do 1, 2 e 3, demonstrando que os participantes responderam corretamente 24 pares de estímulos não ensinados diretamente. Embora a seleção dos estímulos iniciais seja diferente dos estímulos utilizados no Procedimento de Ensino 1 e o número de participantes desse grupo seja menor, pode se inferir que o ensino não foi influenciado pela escolha de quais estímulos começar. Entretanto, em ambos os procedimentos a apresentação da conta foi na mesma direção do raciocínio, ou seja, 3 (potes) \times 1 (quantidade) ou como no primeiro procedimento 3 (potes) \times 3 (quantidade), que poderia ser traduzido sem alterar a ordem para uma sentença em português: Selecione três potes de uma joaninha.

Novamente, a economia de ensino é evidente (Axe & Sainato, 2010; Frampton et al., 2016; Goldstein, 1983; Kohler & Malott, 2014; Wilson et al., 2017) e há elementos para se inferir que o repertório adquirido auxilie na aquisição de outras tabuadas, uma vez que os participantes, seja desempenhando ou falando, demonstraram ter compreendido o conceito de multiplicação por fatores aditivos. Também neste procedimento não foi identificadas diferenças nos desempenhos relacionados à idade ou ao neurodesenvolvimento.

O Besouriz

Visando responder o objetivo adicional deste estudo, que foi avaliar a eficácia da ferramenta informatizada Besouriz (Silva & Picharillo, 2019) com participantes com desenvolvimento típico e com TEA, regularmente matriculados em escola comum e ou instituição de ensino especializada, serão abordados os resultados observados na perspectiva da utilização da ferramenta informatizada. Os resultados serão discutidos de forma geral, abrangendo em conjunto os dados do Procedimento de Ensino 1 e do Procedimento de Ensino 2.

Retomando o layout do jogo, apresentados na [Figura 3](#) e [Figura 4](#), os participantes iniciavam com a escolha do avatar e ao clicar na bandeira verde iniciava a fase de teste ou de ensino, de acordo com a etapa que o participante se encontrava. A partir de relatos assistemáticos dos participantes, o layout era atrativo e de fácil compreensão, uma vez que mesmo sem instruções diretas da pesquisadora, foi possível observar que alguns participantes compreenderam o jogo na fase de teste.

A compreensão do jogo, ou seja, entender que na conta disposta na parte inferior da tela, o primeiro número representava o número de potes e o segundo número representava a quantidade de besouros, pode ser observado diante do maior número de

acertos no bloco 3 da Matriz 1 dos 17 participantes TEA1, TEA2, TEA3, TEA4, TEA6, TEA8, TEA9, TEA11, DI1, DT3, DT4, DT6, DT7, DT8, DT12, DT13 e DT14 (ver tabelas [13](#) e [16](#)). Mais da metade dos participantes (67%) escolheu a quantidade correta de potes com a quantidade correta de besouros. Considera-se aqui a Matriz1 como parâmetro, tendo em vista que o aumento do número é acrescido da dificuldade de contagem, ou seja, o participante pode errar pela contagem e não pela incompreensão do jogo. A questão da subtização, capacidade de identificar quantidades menores que quatro sem necessidade de enumeração sucessiva, já foi discutida neste estudo a luz do trabalho realizado por Prado e Carmo (2004).

Seguindo para a próxima etapa dos procedimentos de ensino 1 e 2, pré-teste escrito 2, 13 participantes TEA1, TEA2, TEA3, TEA7, TEA8, DI1, DT2, DT3, DT4, DT5, DT8, DT10 e DT13 (ver tabelas [12](#) e [15](#)), apresentaram aumento de acertos em relação ao pré-teste escrito 1 que foi realizado antes do primeiro contato com o jogo Besouriz. Metade dos participantes conseguiram melhorar seu desempenho no teste escrito de multiplicação apenas com os blocos de teste do jogo, nos quais não havia instruções sobre a adição de parcelas iguais ($2 \times 3 = 3 + 3$) e nem consequência programada para acertos e erros. Esse resultado concorda com a literatura que aponta a utilização de ferramentas digitais como facilitadoras da aprendizagem em contexto escolar (Pedro & Chacon, 2013; Francisco et al, 2016).

Entretanto, o Besouriz, demonstra sua eficácia de forma mais incisiva nas etapas de ensino. Na etapa de Ensino diagonal Matriz 1 com pista visual e sem pista visual, todos os participantes que realizaram essas etapas, atingiram 100% (ver tabelas [14](#) e [17](#)) de acertos em única sessão de ensino com nove tentativas (três tentativas por relação). Essas tentativas tinham consequências programadas para acerto e erro, tanto na tela do computador como consequência social fornecida pela pesquisadora. O desempenho de

100% de acertos em primeira e única sessão reforça a afirmação do jogo ser de fácil compreensão. Nas duas etapas testes, compostas de 27 tentativas (três para cada estímulo) referentes a cada uma das etapas de ensino da Matriz 1, apenas um participante apresentou desempenho inferior a 93% de acertos. Esse resultado demonstra que a aprendizagem já havia atingido a generatividade para os demais estímulos da Matriz 1, uma vez que apenas três estímulos foram ensinados diretamente e nove foram avaliados, o que significava a aprendizagem por emergência de seis estímulos.

No Pós-teste do jogo os estímulos das três matrizes foram apresentados para teste, lembrando que até aqui o ensino direto foi de apenas três estímulos da Matriz 1. Essa etapa era composta por 27 tentativas (um para cada estímulo), ou seja, os estímulos das três tabuadas. Dos 26 participantes iniciais (ver tabelas [14](#) e [17](#)), 19 realizaram essa etapa e desses, 14 atingiram 100% de acerto, três atingiram 96% (um erro) e dois 89% (três erros). Considerando os participantes que acertaram todas as tentativas, isso representa a emergência da aprendizagem de 24 estímulos frente ao ensino direto de apenas três estímulos. O Pós-teste escrito final, que contém as três matrizes, foi realizado por 18 participantes, desses 13 acertaram 100%, dois 67% (nove erros), um 96% (um erro), um 89% (três erros) e um 74% (sete erros), esse resultado demonstra a generalização do aprendido em ambiente virtual para a atividade na forma escrita.

Os resultados discutidos nesta sessão, sugerem que o Besouriz seja eficaz, uma vez que diante de breve exposição (uma sessão para cada etapa do procedimento) ocorreu a aprendizagem do conceito de multiplicação. Com a resposta do pós-teste escrito final é possível afirmar por meio dos acertos e estratégias de respostas utilizadas pelos participantes (ver sessão de discussão), que eles compreenderam a multiplicação envolve a soma de conjuntos, ou seja, 2×3 significa somar duas vezes um conjunto com três elementos. Essa seria a explicação para respostas corretas de estímulos não treinados que

compunham as Matrizes 2 e 3. O contexto de jogo se mostrou um facilitador para o aprendizado concordando com o estudo de Antunes e Cibotto (2021), os autores destacam que dos 14 participantes que utilizaram os recursos digitais, 11 consideraram seu uso positivo. Outro ponto a se considerar, é o fato de o layout do jogo oferecer compreensão de tarefa sem necessidade de enunciados elaborados que podem trazer dificuldade de interpretação. Bae et al (2015) realizaram um estudo com crianças típicas e crianças com TEA para avaliar a resolução de problemas. Os resultados indicaram que crianças com TEA apresentam maior dificuldade na resolução diante da baixa compreensão do texto, que pode estar relacionada ao comprometimento de linguagem (uma das áreas de déficit da população com TEA). Sendo assim, o fato do jogo Besouriz ter sido eficaz para todos os participantes, independentemente de idade, gênero e condição de neurodesenvolvimento, pode estar atrelado a um formato de ensino que eliminou a barreira de enunciados que podem ser complexos para crianças com TEA. Essa observação não negligencia a necessidade do ensino de interpretação de texto, apenas evidencia uma alternativa enquanto essa habilidade não foi adquirida.

Considerações Estudo 2

Retomando o objetivo principal proposto por este estudo de verificar os efeitos do ensino de multiplicação por matriz na generatividade de novos repertórios matemáticos, e o objetivo adicional de avaliar a eficácia da ferramenta informatizada Besouriz, é possível dizer que o jogo foi eficaz independentemente do repertório de entrada, da idade e da condição de neurodesenvolvimento. Contudo, não é possível afirmar que o procedimento de matriz recombinativa tenha sido fundamental para a eficiência.

Escolher o procedimento de matriz recombinaiva pressupõe que os pares de estímulos apresentarão todos os estímulos, neste caso os três possíveis números de potes e as três possíveis quantidades (1,2,3 potes 1,2,3 joaninhas). De acordo com a literatura, se o participante sabe o que significa cada coluna de elementos (potes e quantidades) a recombinação emerge como repertório não ensinado diretamente. No entanto, não é possível afirmar que se fossem escolhidos elementos (1x1, 1x2, 1x3) de qual fosse a coluna, que o aprendizado não ocorreria. Neste ponto, já se tem uma sugestão para estudos futuros.

Uma hipótese para o aprendizado que ocorreu seria que ao invés de aprender o conteúdo (a conta propriamente dita), o que ocorreu foi que linhas e colunas foram lidas de maneira diferente a esperada. Ao invés dos participantes ficarem sob controle dos valores das contas, eles podem ter ficado sob controle do significado geral, o conceito de multiplicação. A partir dessa interpretação seria como se as três matrizes fossem uma só, porque o que eles aprenderam foi a relação, escolher quantidade de potes diante do primeiro número da conta e discriminar quais potes responderiam a quantidade do segundo número da conta (2 x 3 – dois potes com três besouros).

O aprendizado ainda pode ser explicado a partir do que a literatura descreve como procedimento de treino de múltiplos exemplares MET do inglês *Multiple Exemplar Training* que é definido pela apresentação de exemplares distintos do mesmo estímulo (Stokes & Baer, 1977). Complementando, os múltiplos estímulos apresentados têm o mesmo objetivo de ensino em formatos distintos (LaFrance & Tarbox, 2019), no caso do objeto deste estudo, a multiplicação, quando o participante aprendeu a relação da conta de multiplicação apresentada inicialmente, ele respondeu adequadamente aos múltiplos exemplares (demais estímulos) porque todos tinham o mesmo objetivo, somar/multiplicar o número de potes pela quantidade de besouros contida em cada pote.

Diante do comportamento dos participantes que foi observado de forma assistemática, o procedimento foi aceito sem apresentar aspectos aversivos claros. Comportamentos como engajamento na tarefa, demonstração de alegria diante da pesquisadora (pulando, sorrindo, abraçando, dizendo que estava feliz), resistência para encerrar a sessão (não queriam que terminasse), demonstraram que aprender esse conteúdo de matemática não foi aversivo para esses participantes. Pode se inferir que a utilização de jogos virtuais são atrativos e favorecem a aprendizagem, ao menos no contexto deste estudo, concordando com o estudo de Pedro e Chacon (2013), realizado com alunos com DI.

Considerações Finais

Com base no que foi apresentado nos Estudos 1 e 2, entende-se a fragilidade da área de estudos de procedimento de ensino de matemática para pessoas com TEA. O estudo de revisão demonstra que o procedimento de matriz recombinaiva utilizado com sucesso na abordagem da Análise do Comportamento, não foi explorado no ensino da área de Matemática, ao menos considerando os critérios de busca e seleção aqui seguidos. O Estudo 1 de revisão ficou limitado aos critérios e termos utilizados por Curiel et al (2020), portanto, é possível que outras pesquisas que tenham sido realizadas e não tenham se encaixado aos critérios utilizados para busca, possam não ter sido identificadas. Nesse sentido, cabe a indicação de estudos que ampliem termos que possam estar relacionados ao procedimento de matriz recombinaiva, bem como ampliação das bases de busca, a fim de realizar uma busca mais abrangente.

Mesmo assim, o Estudo 1 demonstra a eficácia da utilização do procedimento de matriz recombinativa na emergência de ensino não treinado diretamente, deixando claro a economia de tempo. Por exemplo, em matrizes de formato 3 x 3, nas quais a diagonal treinada diretamente abrange apenas três combinações e podem emergir mais seis combinações. A utilização desse procedimento apareceu principalmente na área da comunicação, visando ensinar e ou ampliar repertório de tato e ouvinte (Frampton et al, 2019, Jimenez-Gomez et al, 2019, Clements et al, 2021, Marya et al, 2021).

A partir da lacuna apontada no Estudo 1, elaborou-se o Estudo 2 que aplicou o procedimento de matriz recombinativa utilizando uma ferramenta digital com crianças com desenvolvimento típico e crianças com TEA matriculadas em escola regular e ou instituições especializadas na faixa etária de sete a 12 anos (em 2023). Este estudo permitiu reconhecer que o repertório matemático, diante da avaliação aplicada, não apresentou discrepância por idade e condição de neurodesenvolvimento. Ou seja, ser mais velho e ter desenvolvimento típico não garantia um repertório maior, uma hipótese para esse dado, é o contexto de pandemia e distanciamento social que esses participantes passaram no período de 2020 a 2022. Durante esse período, esses participantes participaram de aulas remotas, acesso de qualidade à internet, dispositivos eletrônicos (celular, notebook, desktop), ambiente organizado para estudo, rotina, são algumas condições para que estas aulas fossem bem-sucedidas. Entretanto, a literatura aponta para outra realidade, afirmando que essas condições não estavam presentes na maioria dos lares brasileiros e no mundo, e que a insegurança financeira foi um fator que agravou a fragilidade do ensino remoto (Costa et al, 2023).

Entendendo esse cenário, de repertório matemático deficitário, pode se compreender que o ensino aplicado no Estudo 2 foi efetivo, uma vez que foi eficaz atendendo o objetivo proposto do ensino e eficiente, considerando o engajamento dos

participantes frente a uma proposta, que aparentemente, não foi aversiva. Significa que, mesmo diante da variabilidade de repertório dos participantes, os que realizaram todas as etapas do procedimento de ensino, aprenderam como jogar e o conceito de multiplicação. Pode se afirmar tal resultado diante dos dados apresentados nos pós-testes do jogo utilizado como ferramenta digital e nos pós-testes escrito utilizados como avaliação final.

Entretanto, como limitações do Estudo 2, apresenta-se as especificidades do ano de 2023, dentre essas a recomendação de não ir para escola diante da presença de sintomas gripais, gerando faltas que contribuíram para o atraso da aplicação do estudo; ainda foi um ano de eleição, copa do mundo e com diversos feriados prolongados, esses fatos também contribuíram para o aumento de faltas dos participantes. Seria indicado que o estudo fosse aplicado em um período como menos variáveis intervenientes, visando maior controle experimental.

Ainda, como sugestão para novos estudos, poderia se ampliar para outras especificidades dos alunos PAEE, verificando quais adaptações seriam necessárias e beneficiando uma diversidade maior. Embora sejam poucos os recursos encontrados pensados para o ensino da população com TEA (Trevisan et al, 2021), este estudo demonstrou desempenho semelhante entre participantes com desenvolvimento típico e com TEA, indicando a possibilidade de serem testados outros recursos, mesmo que não tenham sido planejados para o PAEE.

Referências

(As referências marcadas com * indicam os artigos selecionados na revisão)

- Alves, D. M., dos Santos Carneiro, R., & dos Santos Carneiro, R. (2022). Gamificação no ensino de matemática: uma proposta para o uso de jogos digitais nas aulas como motivadores da aprendizagem. *Revista Docência e Cibercultura*, 6(3), 146-164. DOI: <https://doi.org/10.12957/redoc.2022.65527>
- American Psychiatric Association (2014). *Manual diagnóstico e estatístico de transtornos mentais: DSM5*. Trad. Nascimento, et al. 5a. Ed. Porto Alegre: Artmed.
- Antunes, V. H. R. B., & Cibotto, R. A. G. (2021). Retratos de (ausências de) práticas educativas utilizando TDIC em aulas de Matemática na Educação Básica. *Revista Eletrônica de Educação*, 15, e4944059-e4944059. DOI: <https://doi.org/10.14244/198271994944>
- Axe, J. B., & Sainato, D. M. (2010). Matrix training of preliteracy skills with preschoolers with autism. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 43, 635–652. doi: 10.1901/jaba.2010.43-635
- Bae, Y. S., Chiang, H. M., & Hickson, L. (2015). Mathematical word problem solving ability of children with autism spectrum disorder and their typically developing peers. *Journal of autism and developmental disorders*, 45, 2200-2208.
- Bessa, S., & Costa, V. G. D. (2017). Operação de multiplicação: possibilidades de intervenção com jogos. *Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos*, 98, 130-147. doi.org/10.24109/2176-6681.rbep.98i248.2576
- Brankaer, C., Ghesquière, P., & De Smedt, B. (2013). The development of numerical magnitude processing and its association with working memory in children with mild intellectual disabilities. *Research in Developmental Disabilities*, 34(10), 3361-3371. doi: 10.1016/j.ridd.2013.07.001.
- Brasil (2013). Lei Nº 12.796, de 4 de abril de 2013. Altera a Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, para dispor sobre a formação dos profissionais da educação e dar outras providências. Recuperado em 30 de Novembro de 2023 de <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/2013/lei-12796-4-abril-2013-775628-publicacaooriginal-139375-pl.html>
- Brasil (2018). Base Nacional Comum Curricular. Brasília: MEC, Secretaria da Educação Básica. Recuperado em 04 de Maio de 2020 de <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>
- Carmo, J. S., & Prado, P. S. T. (2004). Análise do comportamento e psicologia da educação matemática: Algumas aproximações. In M. M. C. Hübner & M. Marinotti (Orgs.), *Análise do comportamento para a educação: Contribuições recentes* (pp. 115-135). Santo André (SP): ESETec.

- *Clements, A., Fisher, W. W., & Keevy, M. (2021). Promoting the emergence of tacting three-digit numerals through a chain prompt combined with matrix training. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 54(4), 1405-1419. doi: 10.1002/jaba.861.
- Costa, A. B., Picharillo, A. D. M., & Elias, N. C. (2016). Habilidades matemáticas em pessoas com deficiência intelectual: um olhar sobre estudos experimentais. *Revista Brasileira Educação Especial*, 22(1), 145-160. <https://doi.org/10.1590/S1413-65382216000100011>
- Costa, A. B.; Picharillo, A. D. M., & Elias, N. C. (2017). Avaliação de habilidades matemáticas em crianças com síndrome de Down e com desenvolvimento típico. *Ciência & educação. (Bauru)* 23 (1) • Jan-Mar. <https://doi.org/10.1590/1516-731320170010015>
- Costa, A. B., Picharillo, A. D. M., & Elias, N. C. (2021). Avaliação de habilidades matemáticas em crianças com transtorno do espectro autista. E-book VII CONEDU (Conedu em Casa) - Vol 01... Campina Grande: Realize Editora, 2021. p. 510-525. Recuperado em 30 de Novembro de 2023 de <<https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/74053i>
- COSTA, A. B. D., PICHARILLO, A. D. M., & ELIAS, N. C. (2023). Efeitos da Pandemia de Covid-19 na Educação de Indivíduos com Transtorno do Espectro do Autismo. *Revista Brasileira de Educação Especial*, 29, e0226. <https://doi.org/10.1590/1980-54702023v29e0226>
- Cruz, P., Bergamaschi, A., & Reis, M. L. M. (2012). De olho nas metas 2011: quarto relatório de monitoramento das 5 metas do Todos pela educação. São Paulo: Ed. Moderna.
- *Curiel, ES, Sainato, DM, & Goldstein, H. (2018). Matrix training for toddlers with autism spectrum disorder and other language delays.. *Journal of Early Intervention* , 40 (3), 268-284. <https://doi.org/10.1177/1053815118788060>
- Curiel, E. S., Axe, J. B., Sainato, D. M., & Goldstein, H. (2019). Systematic review of matrix training for individuals with autism spectrum disorder. *Focus on Autism and Other Developmental Disabilities*, 35(1), 55-64. <https://doi.org/10.1177/1088357619881216>
- Donini, R., & Micheletto, N. (2015). Efeitos de valores numéricos menores e maiores sobre o desempenho em atividades matemáticas elementares. *Temas em Psicologia*, 23(1), 175-196. DOI: 10.9788/TP2015.1-12
- Elias, N. C., & Angelotti, V. C. (2016). Ensino informatizado de frações para crianças surdas e ouvintes. *Acta Comportamentalia*, 24(3), 347-363.
- Elias, N. C., & Goyos, C. (2010). MestreLibras no ensino de sinais: Tarefas informatizadas de escolha de acordo com o modelo e equivalência de estímulos. Das margens ao centro: Perspectivas para as políticas e práticas educacionais no contexto da educação especial inclusiva, 1, 223-234.
- Escobal, G., Rossit, R. A. S., & Goyos, C. (2010). Aquisição de conceito de números por pessoas com deficiência intelectual. *Psicologia em Estudo*, 15(2), 467-475.

- Farias, S. P. M. & Elias, N. C. (2020). Marcos do comportamento verbal e intervenção comportamental intensiva em trigêmeos com autismo. *Psicologia Escolar e Educacional* [online], 24, e215946. <https://doi.org/10.1590/2175-35392020215946>
- Frampton, S. E., Wymer, S. C., Hansen, B., & Shillingsburg, M. A. (2016). The use of matrix training to promote generative language with children with autism. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 49, 869–883. DOI: 10.1002/jaba.340
- *Frampton, S. E., Thompson, T. M., Bartlett, B. L., Hansen, B., & Alice Shillingsburg, M. (2019). The use of matrix training to teach color-shape facts to children with autism. *Behavior Analysis in Practice*, 12(2), 320-330. doi: 10.1007/s40617-018-00288-4
- Francisco, W. K., Padilha, T. P., Lima, R. S., & Brito, W. I. (2017). MatLibras: um jogo para crianças surdas exercitarem as quatro operações básicas da matemática. *EaD & Tecnologias Digitais na Educação*, 5(7), 75-85. <https://doi.org/10.30612/eadtde.v5i7.6789>
- Gast, D. L., & Ledford, J. (2010). Multiple baseline and multiple probe designs. In D. L. Gast (Org.), *Single subject research methodology in behavioral sciences* (p. 276-328). New York: Routledge.
- Goldstein, H. (1983). Recombinative generalization: Relationships between environmental conditions and the linguistic repertoires of language learners. *Analysis and Intervention in Developmental Disabilities*, 3, 279–293.
- Garcia, R., Arantes, A., & Goyos, C. (2017). Ensino de relações numéricas para crianças com transtorno do espectro autista. *Psicologia da Educação*, 45, 11-20. <http://dx.doi.org/10.5935/2175-3520.20170013>.
- Gomes, C. G. S. (2007). Autism and teaching academic skills: addition and subtraction. *Revista Brasileira de Educação Especial*, 13, 345-364.
- Gomes, C. G. S., de 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>
- Gonçalves, F. E., Almeida, F. C. G., Almeida, H. J. F., & Lobo, M. M. da S. (2023). Educação e ensino remoto em tempos de pandemia: desafios e perspectivas. *Ensino Em Re-Vista*, 30(Contínua), e021. <https://doi.org/10.14393/ER-v30a2023-21>
- Guidugli, P. M., & Almeida-Verdu, A. C. M. (2021). Alfabetização inicial via ensino sistemático para crianças com comportamentos externalizantes. *Psicologia Escolar e Educacional*, 25. <https://doi.org/10.1590/2175-35392021224355>
- *Hatzenbuehler, E. G., Molteni, J. D., & Axe, J. B. (2019). Increasing play skills in children with autism spectrum disorder via peer-mediated matrix training. *Education and Treatment of Children*, 42(3), 295-319.

- Henklain, M. H. O., & Carmo, J. D. S. (2013). Contribuições da análise do comportamento à educação: um convite ao diálogo. *Cadernos de pesquisa*, 43, 704-723. <https://doi.org/10.1590/S0100-15742013000200016>
- Henklain, M. H. O., Carmo, J. D. S., & Haydu, V. B. (2017). Produção analítico-comportamental brasileira sobre comportamento matemático e de ensinar matemática: dados de 1970 a 2015. *Trends in Psychology*, 25, 1453-1466.
- 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. doi: 10.1016/j.ridd.2014.08.021
- *Jimenez-Gomez, C., Rajagopal, S., Natri, R., & Chong, I. M. (2019). Matrix training for expanding the communication of toddlers and preschoolers with autism spectrum disorder. *Behavior analysis in practice*, 12(2), 375-386. DOI: 10.1007/s40617-019-00346-5
- Keintz, K. S., Miguel, C. F., Kao, B., & Finn, H. E. (2011). Using conditional discrimination training to produce emergent relations between coins and their values in children with autism. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 44, 909–913. doi: 10.1901/jaba.2011.44-909
- Kleiman, G. M. & Humphrey, M. M. (1984). Computers Make Special Education More Effective and Fun. *Creative Computing Vol 10*, 10,96.
- Kliszcz, S. (2015). Jogo educacional digital para apoio ao aprendizado de Matemática. #Tear: Revista De Educação, Ciência E Tecnologia, 5(1). DOI: <https://doi.org/10.35819/tear.v5.n1.a1977>
- Kohler, K. T., & Malott, R. W. (2014). Matrix training and verbal generativity in children with autism. *The Analysis of Verbal Behavior*, 30, 170–177. doi: 10.1007/s40616-014-0016-9
- LaFrance, D. L., & Tarbox, J. (2020). The importance of multiple exemplar instruction in the establishment of novel verbal behavior. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 53(1), 10-24. <https://doi.org/10.1002/jaba.611>
- Li, Q., Li, Y., Liu, B., Chen, Q., Xing, X., Xu, G., & Yang, W. (2022). Prevalence of Autism Spectrum Disorder Among Children and Adolescents in the United States from 2019 to 2020. *JAMA pediatrics*, 176(9), 943-945. doi:10.1001/jamapediatrics.2022.1846
- 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. DOI: 10.1037//0022-006x.55.1.3
- Magalhães, P., Assis, G., & Rossit, R. (2016). Emergência de relações monetárias por meio do procedimento de ensino de escolha com o modelo com resposta construída para crianças surdas. *Revista Brasileira de Terapia Comportamental e Cognitiva*, 18, 35-55.

- *Marya, V., Frampton, S., & Shillingsburg, A. (2021). Matrix training to teach tacts using speech generating devices: Replication and extension. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 54(3), 1235-1250. DOI: 10.1002/jaba.819
- Ministério da Educação (MEC) (2019, Dezembro 3). Pisa 2018 revela baixo desempenho escolar em Leitura, Matemática e Ciências no Brasil. Recuperado em 08 de Setembro de 2022 em <http://portal.mec.gov.br/ultimas-noticias/211-218175739/83191-pisa-2018-revela-baixo-desempenho-escolar-em-leitura-matematica-e-ciencias-no-brasil>.
- Monteiro, G., & Medeiros, J. G. (2002). A contagem oral como pré-requisito para a aquisição do conceito de número com crianças pré-escolares. *Estudos de Psicologia*, 7, 73-90. <https://doi.org/10.1590/S1413-294X2002000100009>
- de Moraes, I. G., & Colpani, R. (2018). Flip Math: um serious game como auxílio no ensino-aprendizagem de Matemática Básica. *Revista Brasileira de Computação Aplicada*, 10(2), 91-100. DOI: <https://doi.org/10.5335/rbca.v10i2.8082>
- de Oliveira Figueiredo, M., Mazer-Gonçalves, S. M., Penariol, C. P., & Emmel, M. L. G. (2014). Estratégia de Ensino Informatizada para Alunos com Dificuldades de Aprendizagem em Leitura: Análise De Uma Intervenção *Revista FSA*, 11(1).
- Organização Pan Americana de Saúde (2017, abril). Folha informativa: Transtorno do espectro autista. Retirado de: <https://www.paho.org/bra/index.php?Itemid=1098>.
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., ... & Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *International journal of surgery*, 88, 105906.
- Pedro, KM, & Chacon, MCM (2013). Softwares educativos para alunos com Deficiência Intelectual: estratégias utilizadas. *Revista Brasileira de Educação Especial*, 19, 195-210. <https://doi.org/10.1590/S1413-65382013000200005>
- Picharillo, A. D. M. (2020). Equivalência de estímulos e ensino de relações numéricas para crianças com transtorno do espectro do autismo. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de São Carlos.
- Picharillo, A. D. M., & Postalli, L. M. M. (2021). Ensino de Relações Numéricas Por Meio da Equivalência de Estímulos para Crianças com Transtorno do Espectro do Autismo. *Revista Brasileira de Educação Especial*, 27. <https://doi.org/10.1590/1980-54702021v27e0105>
- Rose, J. C. de. (2012). ANÁLISE COMPORTAMENTAL DA APRENDIZAGEM DE LEITURA E ESCRITA. *Revista Brasileira de Análise do Comportamento*, [S.l.], v. 1, n. 1, p. 29-50, jan. ISSN 2526-6551. Recuperado em: 30 de novembro de 2023 em <<https://periodicos.ufpa.br/index.php/rebac/article/view/676>>.
- Rosenblum, L. P., & Herzberg, T. (2011). Accuracy and techniques in the preparation of mathematics worksheets for tactile learners. *Journal of Visual Impairment and Blindness*, 105(7), 402-413. <https://doi.org/10.1177/0145482X1110500703>

- Rossit, R. A. S., & Goyos, C. (2009). Deficiência intelectual e aquisição matemática: currículo como rede de relações condicionais. *Revista Semestral da Associação Brasileira de Psicologia Escolar e Educacional*, 13(2), 213-225. <https://doi.org/10.1590/S1413-85572009000200003>
- Saunders, K. J., & Williams, D. C. (1998) Stimulus control procedures. In Lattal, K. A. & Perone, M. (Eds). *Handbook of Research Methods in Human Operant Behavior*. New York: Plenum Press, p. 193-228.
- Scratch. (2023). Scratch Online Programming Environment. <https://scratch.mit.edu/>
- Sidman, M., & Talby, W. (1982). Conditional discriminations vs. Matching-to-sample: An expansion of the testing paradigm. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 37, 5-22.
- Silva, M. H. P. D. & Picharillo, A. D. M. (2019) Besouriz: Multiplicação através da soma de besouros. In: Seminário Nacional de Histórias e Investigações de/em Aulas de Matemática, 7. Campinas. São Paulo
- da Silva, L. B., & Zaidan, S. (2021). A compreensão da multiplicação como adição de parcelas iguais por meio de jogo em sala de aula. *REMAT: Revista Eletrônica da Matemática*, 7(1), e2009-e2009. <https://doi.org/10.35819/remat2021v7i1id4634>
- *Solano, A. S., Reeve, S. A., Reeve, K. F., DeBar, R. M., Dickson, C. A., & Milata, E. M. (2021). Comparing matrix sizes when teaching direction following to preschoolers with autism spectrum disorder. *Behavioral Interventions*, 36(4), 778-795. <https://doi.org/10.1002/bin.1824>
- Stokes, T. F., & Baer, D. M. (1977). An implicit technology of generalization 1. *Journal of applied behavior analysis*, 10(2), 349-367. <https://doi.org/10.1901/jaba.1977.10-349>
- Tamiozzo, P. M., Golfeto, R. M., Postalli, L. M. M., da Fonseca, A. L. A., & de Souza, D. D. G. (2022). Avaliação de um programa de escrita de palavras com dificuldades ortográficas. *Acta Comportamentalia: Revista Latina de Análisis de Comportamiento*, 30(3), 521-541.
- Trevisan, D. F., Benitez, P., Gois, J. P., & Elias, N. C. (2021). Aplicativos para intervenção comportamental com estudantes com Transtorno do Espectro do Autismo. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, 29, 1487-1504. <https://doi.org/10.5753/rbie.2021.2423>
- Varella, A. A., Manoni, N., Racy, R., & de Souza, D. D. G. (2021). Instrução Baseada em Equivalência no Ensino de Relações de Tamanho a uma Criança com Autismo. *Revista Brasileira de Análise do Comportamento*, 17(2). <http://dx.doi.org/10.18542/rebac.v17i2.11696>
- Wilson, E. R., Wine, B., & Fitterer, K. (2017). An investigation of the matrix training approach to teach social play skills. *Behavioral Interventions*, 32(3), 278-284. <https://doi.org/10.1002/bin.1473>

ANEXO 1

Protocolo do Repertório de Habilidade Matemática – PRAHM

Nome do aluno:			
Data de Nascimento (dia/mês/ano): _____			
Escola/Instituição: Série Escolar:			
Diagnóstico (se houver):			
Data (dia/mês/ano): _____			
Nome do Aplicador:			
Início (hora/minuto): _____ Término (hora/minuto): _____			
Habilidade	Arranjo de Materiais	Instrução	Respostas
Contar até 10	Conte até 10.	Recitar o nome dos numerais em sequência	
Contar número de fichas	Colocar 4 fichas sobre a mesa.	Conte quantas fichas têm aqui.	Dizer “4”
Contar número de fichas	Colocar 7 fichas sobre a mesa.	Conte quantas fichas têm aqui.	Dizer “7”
Contar número de fichas	Colocar 3 fichas sobre a mesa.	Conte quantas fichas têm aqui.	Dizer “3”
Ler um número impresso e dizer o que vem na sequência	Colocar um cartão com o numeral 2 impresso sobre a mesa.	Esse é o (completar) e depois vem o (completar).	Dizer “2” ... “3”
Ler um número impresso e dizer o que vem na sequência	Colocar um cartão com o numeral 8 impresso sobre a mesa.	Esse é o (completar) e depois vem o (completar).	Dizer “8” ... “9”
Ler um número impresso e dizer o que vem na sequência	Colocar um cartão com o numeral 5 impresso sobre a mesa.	Esse é o (completar) e depois vem o (completar).	Dizer “5” ... “6”
Selecionar número de fichas	Colocar 10 fichas sobre a mesa.	Pegue 5 fichas e coloque na minha mão.	Pegar 5 fichas e entregar para o instrutor

9	Selecionar número de fichas	Colocar 10 fichas sobre a mesa.	Pegue 2 fichas e coloque na minha mão.	Pegar 2 fichas e entregar para o instrutor
10	Selecionar número de fichas	Colocar 10 fichas sobre a mesa.	Pegue 8 fichas e coloque na minha mão.	Pegar 8 fichas e entregar para o instrutor
11	Comparar objetos unitários (tridimensionais)	Colocar três objetos distintos sobre a mesa	Qual é o maior?	Apontar para o objeto com maior dimensão
12	Comparar objetos unitários (tridimensionais)	Colocar três objetos distintos sobre a mesa	Qual é o menor?	Apontar para o objeto com menor dimensão
13	Comparar objetos unitários (tridimensionais)	Colocar dois objetos iguais e um distinto sobre a mesa	Quais são iguais?	Apontar para os dois objetos com mesma dimensão
14	Comparar o tamanho de formas geométricas bidimensionais	Colocar três quadrados de tamanhos distintos	Qual o quadrado maior?	Apontar para o quadrado com maior dimensão
15	Comparar o tamanho de formas geométricas bidimensionais	Colocar três círculos de tamanhos distintos	Qual o círculo menor?	Apontar para o círculo com menor dimensão
16	Comparar o tamanho de formas geométricas bidimensionais	Colocar três triângulos, sendo dois iguais e um maior	Quais os triângulos iguais?	Apontar para os dois triângulos com mesma dimensão
17	Comparar quantidades de objetos	Colocar um conjunto com quatro e outro com sete objetos sobre a mesa	Onde tem mais?	Apontar para o conjunto com sete objetos
18	Comparar quantidades de objetos	Colocar um conjunto com sete e outro com oito objetos sobre a mesa	Onde tem menos?	Apontar para o conjunto com sete objetos
19	Comparar quantidades de objetos	Colocar um conjunto com cinco e outro com seis objetos sobre a mesa	Onde tem mais?	Apontar para o conjunto com seis objetos
20	Comparar tamanhos de objetos unidimensionais	Colocar uma fileira com cinco blocos retangulares encaixados	Qual desses é o maior?	Apontar para a fileira com seis blocos

		do brinquedo “Monta Fácil” e outro com seis		
21	Comparar tamanhos de objetos unidimensionais	Colocar uma fileira com oito blocos retangulares encaixados do brinquedo “Monta Fácil” e outro com quatro	Qual desses é o menor?	Apontar para a fileira com quatro blocos
22	Comparar tamanhos de objetos unidimensionais	Colocar uma fileira com três blocos retangulares encaixados do brinquedo “Monta Fácil” e outro com cinco	Qual desses é o maior?	Apontar para a fileira com cinco blocos
23	Comparar quantidades de forma visual	Apresentar dois cartões com bolinhas desenhadas: um com cinco bolinhas e outro com seis	Qual tem mais bolinhas?	Apontar para o cartão com seis bolinhas
24	Comparar quantidades de forma visual	Apresentar dois cartões com bolinhas desenhadas: um com seis bolinhas e outro com oito	Qual tem mais bolinhas?	Apontar para o cartão com oito bolinhas
25	Comparar quantidades de forma visual	Apresentar dois cartões com bolinhas desenhadas: um com três bolinhas e outro com cinco	Qual tem menos bolinhas?	Apontar para o cartão com três bolinhas
26	Comparar quantidades ditadas	Se você tem 6 fichas e eu tenho 5, quem tem menos?	Dizer “Você”	
27	Comparar quantidades ditadas	Se você tem 4 fichas e eu tenho 7, quem tem menos?	Dizer “Eu”	

28	Comparar quantidades ditadas	Se você tem 8 fichas e eu tenho 3, quem tem menos?	Dizer “Você”	
29	Comparar quantidades de forma visual	Apresentar três cartões com bolinhas desenhadas, um ao lado do outro, com as quantidades: 3, 1, 3	Pegue os dois cartões iguais.	Pegar os dois cartões com 3 bolinhas
30	Comparar quantidades de forma visual	Apresentar três cartões com bolinhas desenhadas, um ao lado do outro, com as quantidades: 6, 6, 3	Pegue os dois cartões iguais.	Pegar os dois cartões com 6 bolinhas
31	Comparar quantidades de forma visual	Apresentar três cartões com bolinhas desenhadas, um ao lado do outro, com as quantidades: 4, 4, 6	Pegue os dois cartões iguais	Pegar os dois cartões com 4 bolinhas
32	Nomear figuras geométricas bidimensionais	Colocar um quadrado sobre a mesa	Qual o nome dessa figura?	Dizer “Quadrado”
33	Nomear figuras geométricas bidimensionais	Colocar um círculo sobre a mesa	Qual o nome dessa figura?	Dizer “Círculo”
34	Nomear figuras geométricas bidimensionais	Colocar um triângulo sobre a mesa	Qual o nome dessa figura?	Dizer “Triângulo”