

Proposta de um jogo sério para auxiliar o ensino de habilidades iniciais de matemática para crianças com o transtorno do espectro autista utilizando tangram

Péricles A. Feitoza¹, Mônica X. C. da Cunha², João G. S. Dantas¹

^{1,2}Maceió – AL – Brasil

^{1,2}Instituto Federal de Alagoas (IFAL)

{paf1, jgsd}@aluno.ifal.edu.br, monica@ifal.edu.br

Abstract. *Understanding mathematical abstraction is challenging for children with autism, especially those with difficulties in language and social interaction. This study presents an ongoing proposal for the development of a serious game aimed at supporting the teaching of early mathematical skills—such as matching, identification, and composition of geometric shapes—for children with Autism Spectrum Disorder (ASD), using tangram as a pedagogical tool adapted to their specific needs. The methodological approach involves an exploratory design with a qualitative focus, encompassing field research and culminating in the development of a serious game for mobile devices. Preliminary results include observations, interactions with the target audience, the construction of concrete activity prototypes, and their transposition into a virtual environment.*

Resumo. *Compreender a abstração matemática é desafiador para crianças com autismo, especialmente aquelas com dificuldades em linguagem e interação social. Este estudo apresenta uma proposta em andamento de construção de um jogo sério, cujo objetivo é auxiliar o ensino de habilidades iniciais de matemática – como pareamento, identificação e composição de formas geométricas – para crianças com TEA, utilizando o tangram como recurso pedagógico adaptado às suas necessidades específicas. O procedimento metodológico envolve uma abordagem exploratória com enfoque qualitativo, perpassando por uma pesquisa de campo e culminando com a elaboração de um jogo sério para dispositivos móveis. Os resultados preliminares consistem em observações, interações com o público-alvo, construção de protótipos de atividade em modo concreto e em transposição dos mesmos para o ambiente virtual.*

1. Introdução

O Transtorno do Espectro Autista (TEA) é uma condição do neurodesenvolvimento que resulta em desafios na interação e comunicação social, associada a padrões de comportamento e interesses restritos e repetitivos (WHO, 2018). Tais características frequentemente impactam o processo de aprendizagem por métodos convencionais, visto que pessoas autistas podem se distrair facilmente e apresentar dificuldades com o foco atencional e o raciocínio lógico exigidos em áreas como a matemática (FERREIRA; FRANÇA, 2017; REDERD; SANTOS; HEES, 2018).

Ensinar pessoas com TEA exige uma adaptação no layout e na proposta das atividades com o objetivo de promover o aprendizado eficaz. Nesse contexto, o processamento visual é apontado como uma das potencialidades desse público (MESIBOV; SHEA, 2010), indicando que estratégias de ensino estruturadas e visualmente orientadas podem ser particularmente eficazes. Abordagens como o programa TEACCH (*Treatment and Education of Autistic and related Communication-handicapped Children*), que utiliza recursos visuais para ampliar a capacidade de compreensão, mostram-se promissoras (LEON, 2016).

O TEACCH é um programa com base na teoria comportamental psicolinguística, que possui premissas como a valorização das descrições das condutas, utilização de programas de passo a passo como guia de realização de atividades e muito foco nos recursos visuais, que proporcionam a interação entre pensamento e linguagem. Os três níveis do TEACCH, propostos por Fonseca e Ciola (2014), buscam estimular a habilidade de discriminação visual de elementos, mediante pareamento, além do conceito do todo e partes, que serão utilizado no jogo proposto.

Alinhado a essa perspectiva, o tangram, um popular quebra-cabeça chinês de sete peças geométricas predefinidas, um quadrado, um paralelogramo e cinco triângulos (MACEDO et al, 2015; RODRIGUES et al, 2017), surge como uma ferramenta pedagógica potente, já que suas peças juntas formam centenas de figuras como carro, barco, foguete, cata-vento, dentre outras. Além de ser amplamente utilizado para desenvolver o raciocínio lógico-espacial (LIMA et al., 2009), o jogo demonstrou ser eficaz no ensino de conceitos matemáticos como pareamento, área e simetria (PEDROSA; SANTOS, 2003; FONSECA; CIOLA, 2014).

Este projeto, portanto, concentra-se em um estudo aprofundado sobre o ensino de matemática para crianças com autismo, visando desenvolver interfaces que irão compor um jogo digital adaptado que utiliza o tangram para estimular habilidades matemáticas em crianças com TEA. A proposta fundamenta-se em estudos que, como o de Barbosa et al. (2023), demonstram a eficácia de recursos lúdicos para promover um aprendizado mais interativo e engajador para este público, abordando de forma integrada o desenvolvimento da concentração, organização e aquisição de novos conhecimentos.

2. Trabalhos Relacionados

A literatura acadêmica estabelece de forma consistente o valor do tangram como ferramenta pedagógica no ensino da matemática. Estudos nacionais, como os de lima et al. (2009), Macedo et al. (2015) e Rodrigues et al. (2017), demonstram que o quebra-cabeça de origem chinesa é eficaz no desenvolvimento do raciocínio lógico-espacial, na compreensão de conceitos geométricos e na promoção de habilidades como concentração e coordenação motora. Essa abordagem visual e manipulativa se mostra particularmente benéfica para crianças com TEA, que frequentemente processam informações visuais com mais facilidade do que conceitos puramente abstratos.

A transposição desses benefícios para o ambiente digital representa uma evolução natural e alinhada às tendências da tecnologia assistiva. A pesquisa internacional corrobora a

eficácia de intervenções tecnológicas para este público. Goodwin et al. (2018), por exemplo, destaca como interfaces interativas podem aumentar o engajamento e a motivação de aprendizes autistas. Em uma linha semelhante, Wang et al. (2020) exploram como gamificação pode criar ambientes de aprendizagem estruturados e previsíveis, reduzindo a ansiedade e facilitando a aquisição de novas habilidades. Mais recentemente, Parsons et al. (2022) realizaram uma revisão de ferramentas digitais para o ensino de matemática, concluindo que jogos que oferecem feedback imediato e reforço visual são mais promissores.

Embora existam diversas ferramentas digitais voltadas ao ensino de matemática para crianças autistas, muitas se concentram em habilidades numéricas, como a contagem e operações aritméticas básicas. A análise da literatura revela uma lacuna no que tange a jogos focados especificamente no desenvolvimento do raciocínio visuoespacial por meio da composição e decomposição de formas. O diferencial da presente proposta reside justamente em: no lugar de focar em números, nosso projeto adapta a metodologia concreta e intuitiva do tangram, validada por autores como Souza Júnior et al. (2023) e Barbosa et al. (2023), para o formato digital.

Portanto, este trabalho se posiciona de forma inovadora ao suprir essa lacuna específica. Ele combina a eficácia comprovada do tangram como ferramenta de ensino geometria com as potencialidades dos jogos digitais interativos, criando uma solução que não apenas ensina conceitos matemáticos, mas o faz de uma maneira alinhada às potencialidades e necessidades de crianças autistas, conforme destacado pela literatura, recente na área de tecnologia e educação inclusiva.

3. Metodologia

A proposta metodológica delineada envolveu uma abordagem exploratória com enfoque qualitativo, iniciando com uma revisão de literatura sobre ensino para crianças com autismo e jogos educativos para autistas, perpassando por uma pesquisa de campo e culminando com a proposta inicial de um jogo sério para dispositivos móveis.

Após a revisão de literatura, foi selecionada uma instituição especializada no tratamento de pessoas autistas e efetuados contatos para obter a permissão para desenvolver a pesquisa. Após a concessão da permissão por parte da diretoria da instituição, foram iniciadas as visitas para uma imersão no contexto do autismo, acompanhando o dia de cada um deles na instituição e buscando registrar no diário de campo impressões iniciais como dificuldades, preferências e métodos utilizados para o ensino com eficiência.

Quanto aos procedimentos éticos, a pesquisa foi viabilizada por meio de uma parceria formal com a instituição, que autorizou o acompanhamento das atividades. A interação com as crianças foi sempre mediada pelos profissionais responsáveis — Terapeutas Ocupacionais, Psicólogos e Psicopedagogos —, que conduziram os testes com os materiais. Desta forma, não houve manipulação direta dos pesquisadores com os participantes, alinhando a abordagem aos protocolos da própria instituição parceira.

Depois de acompanhar as atividades cotidianas, foram elaborados cinco moldes de tangram com três variações de dicas visuais: colorido, somente com a borda colorida e sem

cor (somente a forma) utilizando a ferramenta CorelDraw, totalizando 15 atividades com grau de dificuldade diferentes, utilizando uma hierarquia de dicas para favorecer a curva de aprendizado atentando-se às premissas do TEACCH. Um tangram em madeira colorido foi fabricado sob medida e as atividades criadas no CorelDraw foram impressas, plastificadas e ajustadas para o encaixe perfeito.

Após a criação, os moldes foram testados com as crianças, através dos pedagogos ou psicólogos, com quem elas já estavam familiarizadas. Os pesquisadores ficaram observando e registrando sobre a manipulação do material proposto. As atividades de parear as formas geométricas das peças do tangram foram apresentadas e observadas as dificuldades e evoluções de cada criança. Somado a isto, foi também registrado falas de alguns profissionais que acompanharam as atividades e suas sugestões.

Para sistematizar a coleta e análise dos dados, utilizou-se uma folha de registro adaptada do modelo ABA (Applied Behavior Analysis), permitindo acompanhar de forma quantitativa os erros e acertos das crianças em cada molde e em diferentes níveis de dificuldade, possibilitando comparações estruturadas entre os participantes.

O próximo passo foi transpor as atividades testadas para o formato de um jogo sério para dispositivo móvel. Para isso foi utilizado o Corel Draw. Ao todo, 40 atividades foram propostas, divididas em 4 níveis de dificuldade. Essas atividades encontram-se no nível de prototipação de telas e codificação da mecânica do jogo, utilizando a engine SOLAR 2D. A escolha por esta tecnologia se deu por ser uma ferramenta gratuita, de código aberto, leve e multiplataforma, o que facilita o desenvolvimento e a potencial distribuição do jogo para diferentes dispositivos móveis sem custos de licenciamento. O passo seguinte será contar com a colaboração de um ilustrador para o desenho final das telas com cenário e todos os botões do jogo.

4. Resultados

4.1 Resultados com os Protótipos Físicos

A etapa inicial da pesquisa consistiu na aplicação de 15 atividades físicas, desenvolvidas com base nos princípios do TEACCH. Cada criança participante, com a devida autorização da instituição e sob o acompanhamento de um terapeuta (pedagogo ou psicólogo), realizou tarefas de pareamento de figuras geométricas, seguindo uma hierarquia de dicas visuais (Figura 1). Após os testes de pareamento com elementos isolados, foi utilizado um tangram de madeira e bases com três níveis de dificuldade: molde totalmente colorido, molde com bordas coloridas e molde em preto e branco (Figura 2)

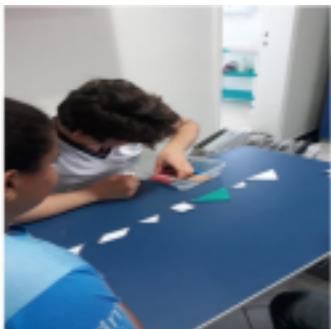


Figura 1. Atividade com figuras geométricas separadas.



Figura 2. Atividades usando molde colorido, molde com bordas coloridas, molde em preto e branco.

Durante as sessões de testes, foi possível observar e categorizar os desafios enfrentados pelas crianças como dificuldades com o movimento de preensão fina, resultando na queda frequente de peças, também baixa tolerância à frustração diante de erros e aversão a movimentos repetitivos, que impactaram no foco. Em alguns casos, a recusa em realizar uma nova atividade gerava comportamentos disruptivos.

Os terapeutas também constataram distração elevada por estímulos externos, com ruídos, e alterações de humor que, segundo os terapeutas, poderiam estar associadas a trocas de medicação. Em todas essas situações os terapeutas estavam presentes, apresentando as tarefas da mesma forma que realizam no dia-a-dia. Como se tratavam de atividades novas, nem sempre as crianças engajam com êxito na primeira tentativa.

Os terapeutas sinalizaram que algumas reações dessas são comuns no contexto de ensino de novas habilidades. Mas com o tempo e a repetição esses comportamentos indesejados vão reduzindo.

Durante os testes, foram utilizados os reforçadores específicos de cada criança. Reforçadores são itens usados para estimular a conclusão da tarefa, que são bem diversos: brinquedos, folhas para desenhar, tablets, comida ou mesmo um elogio. Ademais, foi percebido que os aparelhos eletrônicos, como tablets, eram bem aceitos como reforçador por todos.

Com os experimentos realizados e com a imersão no contexto de cada aluno, foi observado que todos aprendem com muitas dicas visuais e passam a fazer atividades mais complexas com o passar do tempo, reduzindo a quantidade de dicas. Na instituição, os alunos são ensinados a ler e a escrever utilizando estímulos visuais, também é ensinado matemática com o mesmo princípio. Alguns jogos educativos voltados para o autismo foram utilizados durante as sessões e constatou-se que captavam a atenção de todas as crianças e muitas se divertiam e os tinham como reforçadores.

Para alguns, não havia barreira cognitiva severa ao aprendizado, mas motora; outros perdiam o foco da tarefa e queriam brincar com as peças ou fugir da atividade, fazendo-se necessária a intervenção do terapeuta auxiliando com ajuda física, gestual ou verbal, que variam de acordo com a criança. Percebeu-se que apenas uma minoria dos atendidos ainda

não tinha habilidades básicas para executar a tarefa.

No entanto, todas essas dificuldades parecem ser contornáveis pelo uso de um aplicativo móvel. Percebe-se que usando um tablet, as barreiras motoras são reduzidas pelos auxílios disponíveis nos jogos, buscando criar uma aprendizagem sem erro, conforme é feito pelo treinamento usando TEACCH e ABA. Além disso, os jogos eletrônicos ajudam os usuários com cores chamativas e sons que, além de divertir, auxiliam no foco da atividade, criando uma experiência agradável para o usuário.

4.1 Prototipação da Versão Digital

As observações da fase física fundamentaram o design do jogo digital. A dificuldade de manipulação das peças de madeira, por exemplo, é uma barreira que pode ser superada pela interface de um dispositivo móvel. A interação via toque, com ações de "arrastar e soltar" (*drag-and-drop*), elimina a necessidade de preensão fina e controle motor complexo. O próprio sistema do jogo pode auxiliar o posicionamento da peça, reduzindo a frustração e focando a criança na tarefa cognitiva de pareamento, e não no desafio motor.

O jogo foi estruturado em quatro níveis de dificuldade crescente, com dez atividades cada. A tela inicial (Figura 3) apresenta a logo e o mascote do jogo, um gato formado por peças de tangram. O primeiro nível de atividades do jogo visa estimular a discriminação e a ação de transposição das formas geométricas para que o aprendiz possa compreender a proposta do jogo (Figura 4).



Figura 3. Tela inicial do jogo.

Figura 4. Tela com atividade do primeiro nível.

Para manter o usuário com TEA com foco atencioso e engajado no uso do aplicativo, após a conclusão de cada atividade é exibida uma tela de recompensa. Referente às telas que compõem o segundo nível do aplicativo (Figura 5), o aprendiz inicia a montagem dos desenhos com as peças do tangram, partindo da área de armazenamento (lado esquerdo) a área de execução (lado direito), baseando-se nas dicas de cores.

Ainda com relação ao segundo nível e aos demais níveis que serão apresentados, o jogo atende a outra característica importante do TEACCH e valida os campos de resposta da atividade de forma que não permite que o usuário coloque um elemento na sua posição incorreta. Esta recomendação, denominada aprendizagem sem erro, visa auxiliar a criança com as dicas necessárias para que as suas ações sejam bem-sucedidas na execução da atividade.

O terceiro nível (Figura 6) segue a mesma estrutura dos níveis anteriores e possui a mesma base funcional havendo apenas a redução na quantidade de dicas. Neste nível, os elementos da área de armazenamento possuem apenas um contorno (borda com cor) para auxiliar na identificação da resposta desejada. As atividades do quarto nível apresentam

maior complexidade e abstração, nas quais o aprendiz precisa associar as formas ao seu respectivo espaço correspondente no lado direito da tela, sem o apoio de dicas visuais (Figura 7).



Figura 5. Tela com atividade do segundo nível.



Figura 6. Tela com atividade do terceiro nível.



Figura 7. Tela com atividade do quarto nível.

Após o mapeamento inicial das 40 atividades do jogo, a fase atual tem voltado o foco para a evolução de sua proposta visual e pedagógica, deixando de utilizar cores estáticas como base para a composição das atividades e passando a integrar cenários temáticos em cada nível. Esta mudança visa criar um ambiente mais envolvente e contextualizado, onde as atividades estão inseridas em cenários que não apenas atraem a atenção do usuário, mas também reforçam o aprendizado ao associar as formas e conceitos a temáticas ou contextos específicos.

Na Figura 8 são apresentadas três propostas de cenário onde a figura do vulcão (a) e do barco (b) estão sendo compostas de formas geométricas simples, correspondendo ao nível 1 de atividades do jogo, visando a familiaridade com formas e com encaixes. Por sua vez, o foguete (c), com a dica das cores e todos os elementos usuais de um tangram, corresponde ao nível 3 de atividades do jogo.



Figura 8. Cenários de vulcão (a), barco (b) e foguete (c).

Atualmente, o projeto evoluiu da prototipação inicial para a integração de cenários temáticos (Figura 8), buscando tornar a experiência mais imersiva e contextualizada. O jogo está sendo desenvolvido na linguagem Lua e utilizando a engine Defold. Os próximos passos envolvem a criação das telas com a ajuda de um ilustrador e a codificação da mecânica do jogo observando as premissas do TEACCH.

Após a criação das telas definitivas haverá uma etapa de validação com as crianças atendidas na mesma instituição onde foi realizada a pesquisa de campo e os testes iniciais com a proposta das atividades. As métricas a serem avaliadas consistem em uma adaptação de Savi et al (2010), envolvendo: Motivação (Atenção, Relevância, Confiança e Satisfação); Experiência do usuário (Imersão, Habilidade/Competência, Divertimento); Comportamento (Episódios de desconforto, berra, agitação durante a execução do jogo).

5. Conclusão

Embora o jogo ainda esteja em fase de desenvolvimento, os avanços alcançados até agora, incluindo a transição de telas com cores estáticas para cenários mais contextualizados, indicam que ele pode oferecer uma experiência de aprendizado envolvente e adaptada às necessidades dos usuários.

A aplicação dos princípios do TEACCH, especialmente a aprendizagem sem erro tem sido eficaz em promover a compreensão de conceitos matemáticos de maneira acessível. Os experimentos realizados e a imersão no cotidiano educacional das crianças permitiram concluir que a aprendizagem de habilidades matemáticas iniciais pode ser significativamente potencializada com o uso de jogos visuais adaptados.

Embora os resultados do design e da prototipação sejam promissores, a principal limitação, no momento, é a ausência de uma validação formal do jogo digital com usuários finais. Portanto, os trabalhos futuros devem se concentrar na condução de estudos de usabilidade e eficácia pedagógica em ambientes reais. A investigação do impacto do jogo na motivação, na experiência do usuário e no desenvolvimento de habilidades específicas será crucial para consolidar sua relevância como uma ferramenta valiosa e inovadora para educação inclusiva.

Referências

- Barbosa, Allef Kawã Rodrigo Carvalho et al. O uso do tangram como proposta metodológica para estudantes com transtorno espectro autista e docentes em formação. Anais do IX ENALIC... Campina Grande, 2023. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/103686>. Acesso em: 19 de mar. 2025.
- Ferreira, M. M. M. França, A. P. O autismo e as dificuldades no processo de aprendizagem escolar. Revista Multidisciplinar e de Psicologia, v. 11, n. 38, 2017. ISSN 1981-1179. Disponível em: <https://doi.org/10.14295/ideonline.v11i38.916>. Acesso em: 19 de mar. 2025.
- Fonseca, Juliana De Cássia Baptista; Ciota, Maria Elisa Granchi. Vejo e aprendo - Fundamentos do Programa TEACCH. 2. ed. São Paulo: Book Toy, 2016.
- Leon, V. C. Práticas baseadas em experiência para aplicação do TEACCH nos transtornos do espectro do autismo. São Paulo: Memnon, 2016.
- Lima, L. G.; Kolody, M.; Pereira, E. Conteúdos Matemáticos Explorados pelo Tangram. Anais da Semana de Integração Ensino, Pesquisa e Extensão (SIEPE), 2009. Disponível em: https://anais.unicentro.br/siepe/isiepe/pdf/resumo_1035.pdf. Acesso em: 19 de mar. 2025.
- Macedo, L. et al. Intervenção com jogos: estudo sobre o tangram. Revista Quadrimestral da Associação Brasileira de Psicologia Escolar e Educacional, São Paulo, v. 19, n. 1, p.

- 13-22, jan./abr. 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pee/a/6CgbYtzLJfV5LPRTCcMhXJv/?format=pdf>. Acesso em: 19 de mar. 2025.
- Mesibov, G. B.; Shea, V. “The TEACCH Program in the Era of Evidence-Based Practice”. *Journal of Autism and Developmental Disorders*. May 2010, Volume 40, Issue 5, pp 570–579. DOI 10.1007/s10803-009-0901-6. Acesso em: 19 de mar. 2025.
- Pedrosa, C. P.; Santos, M. H. B. P. dos. Reconstruindo a Geometria com o Tangram". Anais do VIII Encontro nacional de educação matemática, 2004. Disponível em: <https://www.sbmbrasil.org.br/files/viii/pdf/02/MC69358095415.pdf>. Acesso em: 19 de mar. 2025.
- Rederd, B. F.; Santos, R. P. L.; Hees, L. W. B. Autismo diante do raciocínio lógico matemático: fatores determinantes e métodos de intervenção. *Ensaios Pedagógicos* (Sorocaba), v. 2, n. 1, p. 113-124, jan./abr. 2018. Disponível em: <https://www.ensaiospedagogicos.ufscar.br/index.php/ENP/article/view/68>. Acesso em: 19 de mar. 2025.
- Rodrigues, M. A. F. Tangram de cordel: geometria e poesia em um jogo sério sobre a cultura nordestina. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GAMES, 16., 2017, Curitiba. Anais... Curitiba, PR, 02 a 04 de nov. 2017, p. 839-846. Disponível em: <https://www.sbgames.org/sbgames2017/papers/CulturaFull/175308.pdf>. Acesso em: 19 de mar. 2025.
- Savi, Rafael; Wangenheim, Christiane Gresse Von; Ulbricht, Vania; Vanzin, Tarcísio. Proposta de um Modelo de Avaliação de Jogos Educacionais. *Revista Renote: Novas Tecnologias na Educação*. 2010. Disponível em: <<https://seer.ufrgs.br/renote/article/view/18043>>. Acesso em 15 abr 2025.
- Souza Júnior, José Carlos Barros et al.. A utilização do tangram como quebra-cabeça geométrico nas aulas de matemática. Anais IX CONEDU... Campina Grande, 2023. Disponível em: <https://www.editorarealize.com.br/index.php/artigo/visualizar/96171>. Acesso em: 19 de mar. 2025.
- World Health Organization (WHO). “International Classification of Diseases (ICD-11)”. 11th ed. Geneva: World Health Organization, 2018. Disponível em: <https://icd.who.int/>. Acesso em: 19 de mar. 2025.