

MiauMímica: Um Protótipo de Jogo Sério Baseado em Visão Computacional para o Treino de Imitação Motora

MiauMímica: A Computer Vision-Based Serious Game Prototype for Motor Imitation Training

Yuuri B. Oliveira¹, Fabio F. Oliveira¹

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP)
Rua Heitor Lacerda Guedes, 1000 – 13059-581 – Campinas – SP – Brazil

yuuriolive@gmail.com, {fabio.feliciano}@ifsp.edu.br

Abstract. Introduction: Motor imitation is a fundamental prerequisite for communication and independence, often trained in children with Autism Spectrum Disorder (ASD) who present delays in fine motor imitation skills, typically using static materials such as printed cards in occupational therapy sessions. **Objective:** This paper presents “MiauMímica”, a web-based serious game prototype designed to gamify hand pose imitation training for children with ASD in supervised occupational therapy sessions. **Methodology or Steps:** The game was developed using HTML5, JavaScript, and the MediaPipe Hands library for real-time computer vision. It detects 21 hand landmarks via a webcam to verify if the player correctly mimics one of seven predefined poses, offering immediate visual feedback. **Expected Results:** The expected results include the validation of the prototype with occupational therapists and the potential increase in children’s engagement during motor training sessions compared to traditional methods.

Keywords: Serious Games, Computer Vision, MediaPipe, Motor Imitation, Autism.

Resumo. Introdução: A imitação motora é um pré-requisito fundamental para a comunicação e independência frequentemente treinada em crianças com Transtorno do Espectro Autista (TEA) que apresentam atrasos na imitação motora fina, por meio de materiais estáticos como cartas impressas, em sessões de Terapia Ocupacional. **Objetivo:** Este artigo apresenta o “MiauMímica”, um protótipo de jogo sério web projetado para gamificar o treino de imitação de posições de mãos para crianças com TEA em sessões de Terapia Ocupacional supervisionadas. **Metodologia ou Etapas:** O jogo foi desenvolvido utilizando HTML5, JavaScript e a biblioteca MediaPipe Hands para visão computacional em tempo real. O sistema detecta 21 pontos de referência da mão via webcam para verificar se o jogador imita corretamente uma de sete poses predeterminadas, oferecendo feedback visual imediato. **Resultados Esperados:** Os resultados esperados incluem a futura validação do protótipo junto a terapeutas ocupacionais e um potencial aumento no engajamento das crianças durante as sessões, em comparação aos métodos tradicionais.

Palavras-chave: Jogos Sérios, Visão Computacional, MediaPipe, Imitação Motora, Autismo.

1. Introdução

O desenvolvimento de habilidades de imitação motora desempenha um papel central no controle motor, aquisição de linguagem e interação social nas fases iniciais do desenvolvimento infantil (Bates et al. 1989; Toth et al. 2006). Em intervenções voltadas para crianças neurodivergentes, como aquelas no Transtorno do Espectro Autista (TEA), o treino de imitação é frequentemente conduzido utilizando recursos físicos, como os populares “Cards das Poses”. Essa dependência de mediação humana constante pode limitar a autonomia da criança e a escalabilidade das sessões.

Estudos recentes demonstram que o uso de recursos interativos e Jogos Sérios [Serious Games] tem se destacado como uma alternativa eficiente para a manutenção da atenção e ampliação de habilidades de imitação (Cardon & Wilcox 2011). Trabalhos como o de Lidstone et al. (2021) já abordam o uso de interações corporais capturadas por câmeras comuns visando a imitação de movimentos no autismo, demonstrando a viabilidade dessa tecnologia para avaliações motoras e aumento no engajamento.

Nesse contexto, este artigo descreve o desenvolvimento do jogo “MiauMímica”, um protótipo interativo web que utiliza visão computacional avançada para rastrear os movimentos do usuário e validar o treino de imitação motora fina e dissociação de dedos em tempo real. Diferentemente dos exergames tradicionais, que focam em movimento corporal amplo para fins de condicionamento físico (Peng et al. 2011), o MiauMímica foi projetado especificamente para o treino de imitação de poses de mão com validação automática, atendendo a objetivos terapêuticos de dissociação de dedos e coordenação motora fina em sessões supervisionadas.

Este trabalho caracteriza-se como uma pesquisa aplicada de caráter exploratório, com desenvolvimento de protótipo funcional baseado em design centrado no usuário infantil. A abordagem adotada foi iterativa: definição dos requisitos terapêuticos com base na literatura, implementação técnica e avaliação preliminar de desempenho técnico do sistema.

2. Metodologia e Desenvolvimento

O jogo “MiauMímica” foi concebido como uma aplicação web client-side (executa internamente no navegador, sem envio de dados a servidores externos), o que garante alta acessibilidade em diferentes dispositivos. A interface foi construída com HTML5, CSS3 e JavaScript, priorizando um design lúdico focado no público infantil, integrando elementos visuais de reforço, como uma barra de progresso dinâmica e um mascote ilustrativo que orienta a pose a ser copiada.

As decisões de design foram orientadas pelos objetivos terapêuticos do treino de imitação motora. O mascote ilustrativo cumpre o papel de referência visual clara para a criança, análogo ao papel das cartas físicas utilizadas em sessões de Terapia Ocupacional. A seleção aleatória das poses a cada acerto foi adotada para evitar a antecipação por repetição, estimulando a atenção sustentada e a flexibilidade cognitiva. A exigência de manutenção isométrica da pose por aproximadamente 1,5 segundos, sinalizada pela barra de progresso, foi inspirada na lógica de resistência motora utilizada em intervenções de TO, nas quais a criança é encorajada a sustentar a posição correta por um intervalo determinado antes de receber o reforço.

Tabela 1. Poses e critérios de validação

Pose	Landmarks Principais	Critério de Avaliação
Mão aberta	8, 12, 16, 20	Indicador, médio, anelar e mindinho estendidos
Punho fechado	8, 12, 16, 20	Indicador, médio, anelar e mindinho fletidos
Pinça	4, 8, 12, 16, 20	Distância entre a ponta do polegar [4] e a ponta do indicador [8] < 0.08; médio, anelar e mindinho fletidos
Apontar	8, 12, 16, 20	Apenas o indicador estendido, médio, anelar e mindinho fletidos
Sinal da paz	8, 12, 16, 20	Indicador e médio estendidos; anelar e mindinho fletidos
Chifres	8, 12, 16, 20	Indicador e mindinho estendidos; médio e anelar fletidos
Joinha	4, 9, 8, 12, 16, 20	Distância entre a ponta do polegar [4] e a base do dedo médio [9] > 0.25; indicador, médio, anelar e mindinho fletidos

Para a captura e análise dos movimentos, o jogo integra o MediaPipe Hands, um framework open-source mantido pelo Google (Zhang et al. 2020). O algoritmo do MediaPipe é capaz de extrair 21 pontos-chave (landmarks) tridimensionais da mão a partir de um único quadro de vídeo capturado por uma câmera comum, operando com baixa latência (tempo de resposta reduzido entre captura e processamento) e alta precisão (Althubiti et al. 2024; Li & Hsieh 2025).

Vale destacar que as distâncias calculadas entre landmarks operam em coordenadas normalizadas (valores entre 0 e 1 relativos ao quadro capturado), tornando a detecção invariante ao tamanho da mão e à distância da câmera dentro de um intervalo funcional.

As sete poses foram selecionadas por abrangerem diferentes graus de complexidade de dissociação digital, permitindo um treino progressivo da coordenação motora fina. Mão Aberta e Punho Fechado trabalham extensão e flexão global dos dedos; Apontar, Sinal da Paz e Chifres exigem isolamento e controle independente de dedos específicos; Pinça treina a oponência do polegar, habilidade fundamental para atividades de vida diária como segurar utensílios e manipular objetos pequenos; e Joinha combina flexão seletiva com abdução do polegar. Juntas, as poses cobrem as principais demandas motoras finas trabalhadas em sessões de Terapia Ocupacional com crianças com TEA.

Em uma sessão típica, o terapeuta ocupacional abre o jogo no navegador e posiciona o dispositivo com câmera frontal a uma distância adequada da criança. A cada rodada, uma pose é sorteada e exibida pelo mascote; a criança deve replicá-la com a mão diante da câmera. O sistema fornece retorno visual imediato e autônomo, reduzindo a necessidade de intervenção verbal constante do terapeuta, que pode observar e registrar o desempenho da criança durante a sessão.

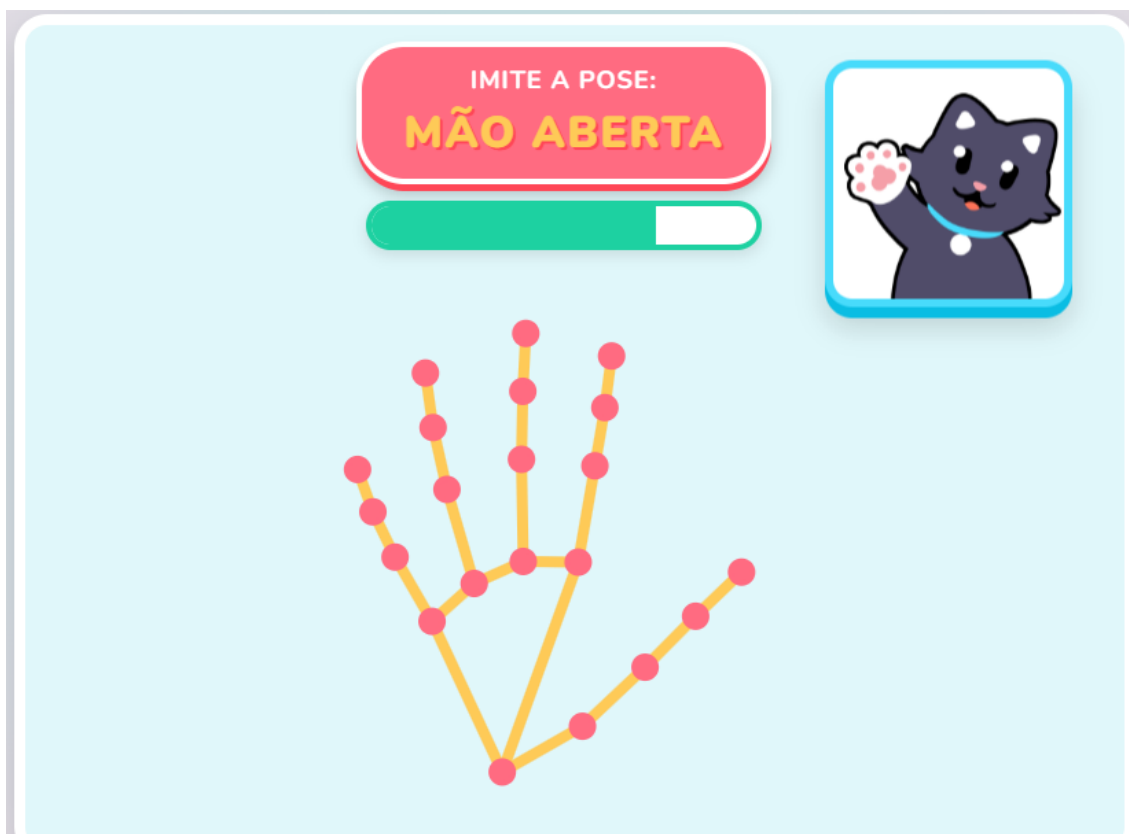


Figura 1. Interface principal do protótipo MiauMímica, exibindo a pose alvo e o feedback visual contínuo.

Conforme ilustrado na Figura 1, a mecânica principal do protótipo apresenta, de forma randômica, uma pose alvo que deve ser imitada. A validação da pose realizada pela criança é executada no código através do cálculo euclidiano (distância geométrica direta entre dois pontos) de distância entre os landmarks fornecidos pela rede neural. Por exemplo, para identificar a pose de “Pinça”, o sistema mede a proximidade absoluta entre a ponta do polegar (landmark 4) e a ponta do indicador (landmark 8), exigindo simultaneamente que a distância dos outros dedos indique que eles não estão estendidos.

O feedback motor ocorre frame a frame: ao acertar e manter a pose correta, uma barra de progresso (renderização em verde) avança; para consolidar o acerto e avançar para a próxima carta, a criança deve manter a isometria da pose por 45 quadros ininterruptos (cerca de 1,5 a 2 segundos), exercitando também a resistência motora.

3. Resultados Esperados e Considerações Finais

O protótipo MiauMímica encontra-se funcional e acessível sem necessidade de instalação, sendo executado diretamente no navegador via aplicação web client-side. O sistema opera com resolução de captura de 800×600 px, modelo de alta complexidade do MediaPipe Hands (modelComplexity: 1) e limiares de confiança de detecção e rastreamento de 70%, exigindo a manutenção de cada pose por 45 quadros consecutivos (aproximadamente 1,5 segundos a 30fps). Por ser construído inteiramente em HTML5 e JavaScript, o protótipo é compatível com navegadores modernos em desktops e

dispositivos móveis, ampliando seu potencial de uso em contextos clínicos e domiciliares. Testes empíricos formais de desempenho — incluindo taxas de reconhecimento por pose, condições de iluminação, distância de câmera e ocorrência de falsos positivos — não foram realizados nesta etapa e constituem parte dos próximos passos do projeto, junto à validação clínica com o público-alvo.

Como próximos passos, o projeto focará na validação do protótipo em um cenário clínico real. Para isso, a pesquisa será submetida ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), assegurando todas as diretrizes éticas necessárias. Os testes com o público-alvo serão realizados apenas após a aprovação do comitê e mediante a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) pelos responsáveis legais, além do Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) voltado para as crianças.

Baseado na literatura de jogos sérios aplicados ao autismo, espera-se que a ludicidade, a interface interativa e a resposta autônoma do jogo “MiauMímica” atuem como reforçadores naturais para a criança. A hipótese central é que essa gamificação resulte em um maior engajamento, reduzindo o tempo de latência de resposta para a imitação motora e diminuindo a necessidade de ajuda física total (prompts físicos) por parte do terapeuta ocupacional durante as sessões.

Por fim, como trabalhos futuros, planeja-se expandir o banco de dados do sistema para englobar movimentos dinâmicos e sequenciais, além de integrar um painel de métricas que registre o tempo de permanência e a precisão das poses. Com isso, espera-se que o protótipo não apenas modernize as sessões de treino motor, mas também se consolide como uma ferramenta tecnológica de apoio quantitativo para o acompanhamento contínuo da evolução clínica de crianças neurodivergentes.

References

- Althubiti, A. H., & Algethami, H. (2024). Dynamic Gesture Recognition using a Transformer and Mediapipe. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications (IJACSA)*, 15(6).
- Bates, E., et al. (1989). *From First Words to Grammar: Individual Differences and Dissociable Mechanisms*. Cambridge University Press.
- Cardon, T. A., & Wilcox, M. J. (2011). Promoting imitation in young children with autism: a comparison of reciprocal imitation training and video modeling. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 41(5), 654-666. <https://doi.org/10.1007/s10803-010-1086-8>
- Li, H.-H., & Hsieh, C.-C. (2025). Dynamic Hand Gesture Recognition Using MediaPipe and Transformer. *Engineering Proceedings*, 108(1), 22. <https://doi.org/10.3390/engproc2025108022>
- Lidstone, D. E., et al. (2021). Automated and scalable Computerized Assessment of Motor Imitation (CAMI) in children with Autism Spectrum Disorder using a single 2D camera: A pilot study. *Autism Research*.
- Peng, W., Lin, J. H., & Crouse, J. (2011). Is playing exergames really exercising? A meta-analysis of energy expenditure in active video games. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, 14(11), 681-688.

- Toth, K., Munson, J., Meltzoff, A. N., & Dawson, G. (2006). Early Predictors of Communication Development in Young Children with Autism Spectrum Disorder: Joint Attention, Imitation, and Toy Play. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 36(8), 993-1005.
- Zhang, F., Bazarevsky, V., Vakunov, A., Tkachenka, A., Sung, G., Chang, C. L., & Grundmann, M. (2020). MediaPipe Hands: On-device Real-time Hand Tracking. *arXiv preprint arXiv:2006.10214*.