

Análise de ferramentas de Inteligência Artificial para animação 2D aplicada a um jogo sério sobre saúde mental

Analyzing Artificial Intelligence tools for 2D animation applied to a serious game about mental health

Luana Rodrigues da Silva e Lima¹, Jose Remo Ferreira Brega¹, Juliana da Costa Feitosa¹

¹Departamento de Computação

Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP) – Bauru, SP – Brasil

luana.e@unesp.br, remo.brega@unesp.br, juliana.feitosa@unesp.br

Abstract. Introduction: 2D animation is a laborious and repetitive process that demands high technical rigor. Although Artificial Intelligence (AI) has advanced in areas such as scene generation and 3D video, its practical application in 2D animation remains largely unexplored. **Objective:** This study aims to investigate the technical feasibility and effectiveness of currently available AI tools for producing 2D animations, integrating them into a digital game with a predefined visual design. **Methodology:** The research was divided into an initial analysis of tools, followed by in-depth testing of the most promising platforms. **Results:** The results indicate that no AI tool is capable of producing satisfactory final animations completely autonomously. It is concluded that the effectiveness of AI lies in a hybrid workflow, acting as an auxiliary instrument that accelerates manual production without replacing the artist's creative control.

Keywords Artificial Intelligence, 2D Animation, Pixel Art.

Resumo. Introdução: A animação 2D é um processo trabalhoso e repetitivo que demanda alto rigor técnico. Embora a Inteligência Artificial (IA) tenha avançado em áreas como geração de cenários e vídeos 3D, sua aplicação prática na animação 2D ainda é pouco explorada. **Objetivo:** Este trabalho busca investigar a viabilidade técnica e a eficácia das ferramentas de IA disponíveis atualmente para a produção de animações 2D, integrando-as a um jogo digital com design visual predefinido. **Metodologia:** A pesquisa foi dividida em uma triagem inicial de ferramentas, seguida por testes aprofundados com as plataformas mais promissoras. **Resultados:** Os resultados indicam que nenhuma ferramenta de IA é capaz de produzir animações finais satisfatórias de forma completamente autônoma. Conclui-se que a eficácia da IA reside em um fluxo de trabalho híbrido, atuando como um instrumento auxiliar que acelera a produção manual sem substituir o controle criativo do artista.

Palavras-Chave Inteligência Artificial, Animação 2D, Pixel Art.

1. Introdução

A Inteligência Artificial (IA) é um campo com aplicação em diversas vertentes, como saúde, entretenimento, educação, entre outras. Ela é capaz de alterar seu processamento e comportamento com base em seu aprendizado, além de ser considerada a próxima revolução industrial na área de entretenimento, devido a sua capacidade de aumentar a

eficiência automatizando numerosas tarefas repetitivas [Meena et al. 2020]. Na indústria de jogos, a IA é utilizada de maneira a enriquecer a experiência do jogador, criando uma variedade de níveis e caminhos, além de adaptar elementos conforme as ações do usuário [Jorapur 2024]. Nesse setor, as ferramentas de IA também auxiliam na criação de conteúdo, aumentando a eficiência do processo de desenvolvimento por meio de seu uso em conjunto com a criatividade humana [Nunes e Rodrigues 2024].

O desenvolvimento de uma animação 2D pode ser muito demorado, dependendo da criação manual de todos os quadros-chave ou da simulação física. Para manter o foco na inovação criativa e reduzir as tarefas repetitivas, a animação artística está sendo lentamente transformada pelo uso da IA [Li 2024]. Automatizando parte do processo, o tempo e o esforço são reduzidos, tornando possível produzir animações de alta qualidade mais rapidamente [Xian e Sahagun 2023]. A integração da IA no fluxo criativo é capaz de trazer um equilíbrio entre automação e integridade artística [Wang 2025], oferecendo novas ferramentas e recursos para os animadores [Yixuan et al. 2024].

Apesar do contexto apresentado, ferramentas de IA atualmente têm como alvo especificamente vídeos tridimensionais, sendo pouco explorada sua aplicação em animações 2D. Dessa maneira, essa tecnologia ainda tem um grande potencial de revolucionar o processo complexo de produção de vídeo bidimensional [Qiu 2023].

Diante deste cenário, este trabalho busca apresentar a viabilidade e a eficácia das ferramentas de IA disponíveis atualmente para a produção de animações 2D. Para essa análise, foi desenvolvido um protótipo de jogo sério que permitiu avaliar não apenas a qualidade visual dos resultados gerados, mas também os desafios práticos de sua implementação em um jogo, bem como a capacidade de manter consistência com um design visual já definido. Assim, o artigo visa mostrar as animações 2D geradas pelas ferramentas de IA e o resultado de sua implementação no ambiente do jogo.

2. Trabalhos Relacionados

A integração da IA no fluxo de trabalho da animação é objeto de análise em estudos recentes. O artigo de [Chen et al. 2024] verifica o impacto da IA na animação 3D ao realizar uma investigação empírica. A pesquisa examina diversos projetos, dividindo o processo de animação em quatro etapas principais. O uso da IA provou-se mais efetivo em processos padronizados do que em tarefas criativas, além de demonstrar maior nível de eficiência na etapa de pós-produção. Já o estudo de [Abootorabi et al. 2025] possui foco específico na animação de personagens, pesquisando diferentes métodos e aplicações de IA generativa nesse campo. O trabalho dividiu a análise em aspectos-chave da animação de personagens, mostrando os avanços e desafios de diferentes modelos de IA em cada um desses aspectos.

Com o foco específico em animação 2D, alguns estudos recentes demonstram que a IA tem um grande potencial para otimizar esse fluxo de trabalho. [Li 2024] utiliza Modelagem Biomecânica para modelar um boneco virtual com um sistema complexo de músculos, realizando o treinamento neuromuscular por meio de uma Rede Neural. Essa junção entre Modelagem Biomecânica e modelos de IA reduziu drasticamente a necessidade de intervenção manual e otimizou o processo de animação. Por outro lado, [Qiu 2023] propõe um fluxo baseado exclusivamente em IA para a criação e animação de um personagem 2D. Para isso, foi necessária a junção de diversas ferramentas de

IA, utilizando o ChatGPT, Midjourney e a animação esquelética do Unity, além do treinamento de um modelo de Difusão Estável. Embora promissores, os métodos citados têm uma alta barreira de conhecimento técnico.

[Lobo et al. 2025] identificam que essa exigência técnica existe até na geração de imagens, propondo um sistema para ajudar artistas na criação de personagens de anime. A ferramenta desenvolvida pelos autores gera duas imagens e uma descrição baseada nos atributos inseridos pelo usuário, não possuindo funcionalidade para animação desse personagem.

Os trabalhos citados não abordam o uso de ferramentas de IA para animação 2D sob a perspectiva de manter fidelidade a um design visual predefinido de forma acessível a artistas e desenvolvedores sem conhecimentos técnicos avançados em outras áreas. Enquanto alguns estudos focam na eficiência da IA no ambiente 3D, outros possuem alta barreira de conhecimento técnico ou são limitados à geração de imagens estáticas. O presente artigo busca preencher essa lacuna, viabilizando um fluxo de trabalho que utilize ferramentas de IA de fácil acesso para otimizar o processo de animação 2D, garantindo a consistência do estilo.

3. Metodologia

Inicialmente, foi feita uma seleção ampla de ferramentas com base em critérios como a disponibilidade de um modelo gratuito, a acessibilidade a um usuário casual e o suporte a imagens de referência para consistência visual.

Para a realização da análise proposta, definiram-se duas etapas. Na primeira, foi feita uma análise geral dos recursos e das opções de customização oferecidas por cada sistema. Na segunda fase, as ferramentas mais promissoras foram submetidas a uma série de testes e observações aprofundadas. As animações satisfatórias foram implementadas no jogo.

No total foi feita a seleção de doze ferramentas de Inteligência Artificial, porém para o escopo do artigo optou-se por focar nas tecnologias especializadas em animação 2D que apresentaram maior potencial, bem como no modelo que gerou melhor resultado independentemente de seu foco. Para definir os artefatos com maior potencial, foram verificados critérios de consistência com a imagem de referência e praticidade.

De forma paralela à análise, foi desenvolvido o protótipo de um jogo sério (intitulado como "O Monstro") que aborda temas de saúde mental no Unity¹, cujas melhores animações geradas foram aplicadas. "O Monstro" é um jogo 2D de visão lateral que possui o estilo pixel art.

4. Análise e Resultados

Esta seção apresenta os resultados da análise, cujos critérios de consistência, precisão, nível de customização e adequação ao estilo do jogo foram observados. Durante os testes, foram utilizados dois personagens (Figura 1), desenvolvidos manualmente no estilo pixel art, com o objetivo de servirem como imagens de referência para os modelos de IA.

¹<https://docs.unity.com/en-us/hub>



Figura 1. Personagens animados durante os testes.

4.1. Animated Drawings

A ferramenta Animated Drawings² é capaz de animar personagens 2D humanoides. Ela implementa o algoritmo para animação de desenhos proposto por [Smith et al. 2023], oferecendo opções específicas de poses e animações. Durante os testes, o objetivo foi animar a personagem Luz, pois seu *sprite* original (Figura 1b) se encaixava melhor nos requisitos da plataforma.

Para a geração da animação, a plataforma primeiramente analisou automaticamente o personagem enviado em uma série de etapas que permitiram ajustes manuais. Durante esse processo, delimitava-se e destacava-se o espaço ocupado pelo personagem, além de calcular as posições das articulações, formando um esqueleto. O algoritmo aplicou transformações em cada parte do corpo para formar o movimento escolhido de maneira precisa, sendo capaz de manter a consistência com o estilo e a imagem de referência. Um único esqueleto pode ser usado para escolher diversas animações diferentes, o que torna a ferramenta extremamente prática.

Nos primeiros testes, a animação foi gerada com sucesso, porém apresentando distorções (Figura 2) durante partes do movimento, pois o algoritmo não conseguiu separar de maneira precisa o braço e a cabeça do *sprite*. Para corrigir isso, foram feitas alterações manuais na personagem, que foram capazes de gerar melhores resultados.



Figura 2. Distorção durante a animação.

Apesar de trazer alta consistência e precisão, a técnica utilizada mostrou-se incompatível com o padrão pixel perfect (Figura 3), criando distorções em linhas diagonais e curvas que descaracterizam a pixel art. Além disso, as opções de animação são limitadas, não permitindo personalização. A Figura 4 resume os testes realizados durante a análise dessa ferramenta.

²<https://sketch.metademolab.com/canvas>



Figura 3. Quadro da animação de caminhada gerada pelo Animated Drawings.

Bateria de teste	Teste 1	Teste 2	Teste 4
Objetivo	Animação de caminhada	Animação de caminhada	Animação de caminhada
Sprite anexado			
Resultado exemplo			
Semelhança com as imagens de referência	Extremamente alta	Extremamente alta	Extremamente alta
Consistência com o estilo	Alta	Alta	Alta
Nível de deformação	Alto	Médio	Baixa
Taxa de incoerência do movimento	Extremamente baixa	Extremamente baixa	Extremamente baixa

Figura 4. Testes realizados no Animated Drawings.

4.2. Pixel Lab

O Pixel Lab³ disponibiliza um ambiente especializado para o estilo de pixel art, oferecendo funcionalidades para a rotação, animação esquelética baseada em uma animação de referência (Animação-para-Animação), entre outras. Além disso, possui um editor robusto para o ajuste dos resultados e permite a exportação em *sprite sheet* (formato que a animação deve ter na exportação para o Unity).

A funcionalidade de rotação exigia a centralização do personagem no quadro, gerando resultados consistentes, porém com algumas deformações (Figura 5). O algoritmo apresentou maiores imprecisões na região da cabeça, além de com frequência remover regiões de *pixels* da cor cinza (Figura 6).

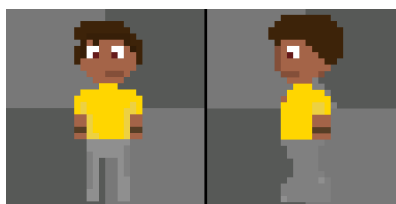


Figura 5. Rotação gerada pelo Pixel Lab à direita do *sprite* original.

³<https://www.pixellab.ai/editor>

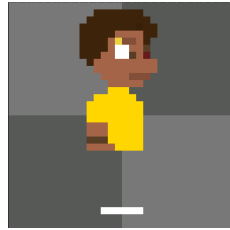


Figura 6. Personagem gerado sem as calças de cor cinza e com imprecisões no rosto.

Já a funcionalidade de Animação-para-Animação gerou resultados inconsistentes. Em vez de gerar o personagem Pablo com o movimento do vídeo de referência, a ferramenta priorizou a forma corporal do personagem presente na animação base (Figura 7), usando um esqueleto de proporções incorretas para a nova animação. Essa função apresenta resultados melhores se o personagem da animação de referência possuir o mesmo formato e tamanho de corpo que o *sprite* a ser animado, porém com geração de *pixels* imprecisos (Figura 8).



Figura 7. Comparação da forma corporal do quadro da animação base com o quadro da animação gerada, respectivamente.



Figura 8. Quadro da animação de caminhada gerada.

Apesar dos erros, o editor acoplado à ferramenta tornou-a extremamente eficiente, pois a correção de pequenos erros poderia ser feita de forma manual sem necessidade de exportação e conversão da imagem para outros ambientes.

Essa ferramenta foi utilizada não apenas para a geração de animações, mas também para o pós-processamento e refinamento manual. A existência de um editor especializado permitiu um controle rigoroso sobre a disposição dos *pixels* e a paleta de cores, além de trazer grande praticidade na correção de pequenos erros. Dessa forma, o Pixel Lab foi essencial para corrigir as deformações geradas por outras ferramentas (Figura 9).

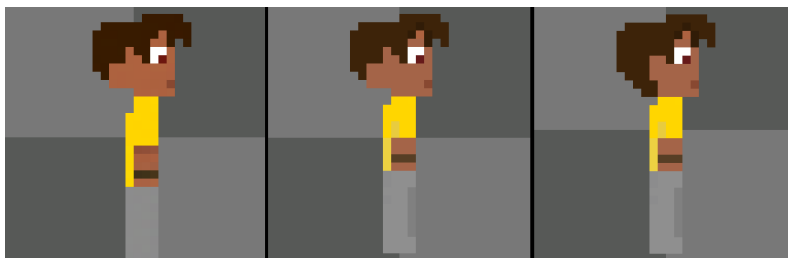


Figura 9. Processo de edição no Pixel Lab do *sprite* gerado pelo Gemini Pro.

4.3. Gemini Pro

A ferramenta Gemini Pro⁴ foi utilizada por sua capacidade multimodal, empregando o modelo Imagen 4 para a geração de imagens e o Veo 3 para a criação de vídeos [Woodward 2025]. Foram utilizados diferentes tipos de abordagens durante a análise.

Utilizando o modelo Imagen 4 para a geração de um *sprite sheet* do personagem Pablo caminhando, a ferramenta apresentou resultados insatisfatórios (Figura 10), repetindo quadros e poses, gerando grandes deformações e perdendo a consistência com o estilo inicial apresentado. Porém, na geração de uma pose única, são criadas figuras extremamente precisas e consistentes, o que mostra que a dificuldade do modelo está em produzir uma sequência temporal de *frames*.



Figura 10. *Sprite sheet* do ciclo de caminhada gerado pelo Gemini Pro.

Usando o modelo Veo 3 para a geração da animação de caminhada do personagem Pablo, o Gemini Pro produziu movimentos extremamente precisos e apresentou grande consistência, apesar de ser possível observar pequenas incongruências em detalhes físicos, como a adição de um sapato visível (Figura 11) e divergência leve de tons de cores em relação à imagem de referência. Além disso, a ferramenta não mantém completamente o padrão pixel perfect, gerando curvas e diagonais, e em alguns casos, gerando também *pixels* de tamanhos diferentes (Figura 12).

O Gemini Pro, mesmo sem ter um foco específico em animações 2D, demonstrou alta qualidade, gerando menos deformações do que os modelos especializados. Isso é resultado de seu nível de desenvolvimento avançado em comparação com os mesmos.

⁴<https://gemini.google.com/app>

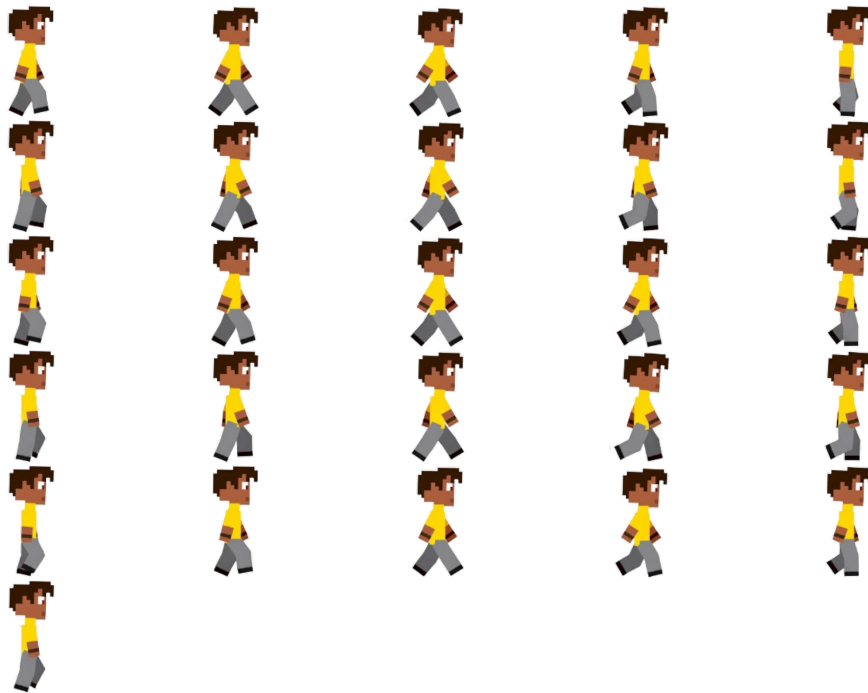


Figura 11. *Sprite sheet* da animação de caminhada gerada pelo Gemini Pro.



Figura 12. Quadro da animação de caminhada com *pixel* do olho mais fino e com curvas suaves.

Apesar de ser a melhor ferramenta, ela não possui um editor embutido, e seus resultados brutos ainda continham deformações e inconsistências que exigiram pós-processamento.

4.4. Aplicação das animações no jogo

Para o presente artigo, apresenta-se o resultado de duas animações de caminhada do personagem Pablo que foram implementadas no jogo. Os artefatos foram gerados no Gemini Pro e no Pixel Lab.

A animação gerada pelo Gemini Pro não mantém o padrão pixel perfect e possui leves inconsistências com o *sprite* original. Ela precisou passar por um processo de extração de *sprite sheet* e remoção de fundo para sua exportação ao Unity. A necessidade de realizar diversas operações externas no resultado bruto causou uma deterioração da qualidade dos quadros, além da impossibilidade de remover completamente o fundo, o que manteve uma borda branca ao redor do *sprite* (Figura 13).

A animação gerada pelo Pixel Lab não passou por nenhum processo extra, gerando diretamente o *sprite sheet* transparente. Não foi feita nenhuma edição no resultado



Figura 13. Primeiro quadro da animação gerada pelo Gemini Pro à direita do *sprite* original.

bruto, mantendo os erros de *pixels* imprecisos comentados anteriormente (Figura 14), demonstrando a importância da correção manual independentemente da exportação direta para o Unity e do padrão ser pixel perfect.

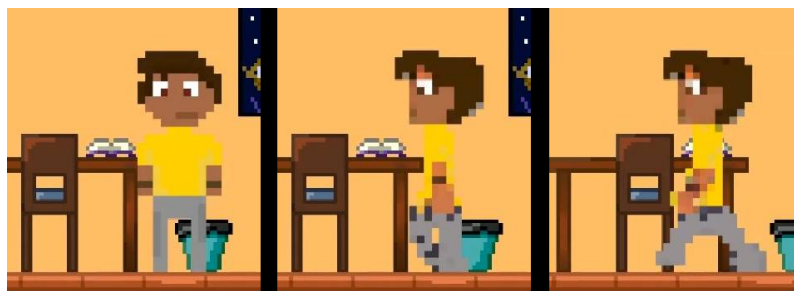


Figura 14. Primeiros quadros da animação gerada pelo Pixel Lab à direita do *sprite* original.

5. Conclusão e Trabalhos Futuros

Dentre as plataformas analisadas, o Gemini Pro foi a que apresentou o melhor desempenho na geração de animações 2D, possuindo maior precisão e fidelidade à imagem de referência. Contudo, mesmo esse melhor desempenho não eliminou a necessidade de edição manual, o que mostra que a IA funciona melhor como uma ferramenta auxiliar.

A análise demonstrou que nenhuma ferramenta de IA foi capaz de produzir um resultado final satisfatório de forma completamente autônoma. A solução mais eficaz emergiu da criação de um fluxo de trabalho híbrido, que combina os pontos fortes de múltiplas plataformas. O processo utilizado para gerar as animações a serem implementadas no jogo consistiu nas seguintes etapas: geração da animação base utilizando uma IA para vídeo de alta precisão (Gemini Pro); conversão do vídeo para *sprite sheet* através de ferramentas auxiliares; pós-processamento e refinamento manual em uma ferramenta com editor de animação robusto (Pixel Lab) para realizar ajustes.

A superioridade da qualidade da combinação entre a geração de uma base pela IA e o refinamento manual do artista sugere que o potencial mais significativo da tecnologia reside em sua função como ferramenta auxiliar, e não como substituta. Esta análise argumenta que a IA atinge seu maior potencial quando se integra ao ambiente do artista

como um instrumento avançado, análogo a outras ferramentas que revolucionaram a arte digital. Assim como o balde de tinta acelera o processo de pintura e um estabilizador aprimora o traço, a IA deveria servir para automatizar as etapas mais trabalhosas e técnicas do processo de animação, como a geração de quadros de transição entre pontos-chave para um movimento mais fluído, ou a criação da base de um personagem em diferentes ângulos.

Como um trabalho futuro derivado dessa análise, seria promissora a concepção e prototipação de um software de animação 2D integrado com IA. Esta ferramenta funcionaria como um aplicativo de animação digital padrão, porém com funcionalidades de IA incorporadas para otimizar etapas de produção, como por exemplo, a geração da animação de movimentos cíclicos baseada no esqueleto do personagem. Esta junção permitiria ao animador manter o controle criativo total, sendo uma solução voltada especialmente para artistas e desenvolvedores independentes que dependem de ferramentas acessíveis para realizar produções de alta complexidade estética. Dessa forma, a IA seria utilizada apenas para acelerar as etapas técnicas mais trabalhosas. Para viabilizar essa proposta, seria fundamental a criação de uma base de dados composta apenas por imagens autorais ou devidamente licenciadas, garantindo um treinamento ético dos modelos. Além disso, a ferramenta deve assegurar que as produções dos usuários não sejam integradas ao aprendizado da IA sem autorização prévia, protegendo a propriedade intelectual e mantendo a transparência durante todo o processo de criação.

Referências

- Abootorabi, M. M., Ghahroodi, O., Zahraei, P., Behzadasl, H., Mirrokni, A., Salimipannah, M., Rasouli, A., Behzadipour, B., Azarnoush, S., Maleki, B., Sadraiye, E., Feriz, K., Nahad, M., Moghadasi, A., Eshaghabianeh, A., Nazar, N., Rabiee, H., Soleymani, M., Ahmadi, M., e Asgari, E. (2025). Generative ai for character animation: A comprehensive survey of techniques, applications, and future directions.
- Chen, Y., Wang, Y., Yu, T., e Pan, Y. (2024). The effect of ai on animation production efficiency: An empirical investigation through the network data envelopment analysis. *Electronics*, 13(24).
- Jorapur, A. (2024). The evolution of artificial intelligence in gaming. *ART 108: Introduction to Games Studies*.
- Li, Z. (2024). Research on 2d animation simulation based on artificial intelligence and biomechanical modeling. *EAI Endorsed Transactions on Pervasive Health and Technology*.
- Lobo, M., Bezerra, P., e Barros, G. (2025). Genai conceptlab: A generative ai tool for assisting artists in crafting anime characters and narratives. In *Anais do XXIV Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital*, pages 587–597, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- Meena, R., Jingar, M., e Gupta, S. (2020). Artificial intelligence: A digital transformation tool in entertainment and media industry. *Our Heritage*, page 4661.
- Nunes, E. e Rodrigues, M. A. (2024). Enhancing game development with generative artificial intelligence technologies: A case study of undo. In *Anais Estendidos do XXIII*

Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital, pages 43–49, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.

Qiu, S. (2023). Generative ai processes for 2d platformer game character design and animation. *Lecture Notes in Education Psychology and Public Media*, 29:146–160.

Smith, H. J., Zheng, Q., Li, Y., Jain, S., e Hodgins, J. K. (2023). A method for animating children's drawings of the human figure. *ACM Trans. Graph.*, 42(3).

Wang, L. (2025). Artificial intelligence in animation creation: Multi-dimensional innovation and integration – applications in artistic expression and production efficiency. *Asia-pacific Journal of Convergent Research Interchange*.

Woodward, J. (2025). Gemini gets more personal, proactive and powerful. *Google*.

Xian, D. e Sahagun, J. (2023). An automated generation from video to 3d character animation using artificial intelligence and pose estimate. *Artificial Intelligence Advances*. <https://doi.org/10.5121/csit>.

Yixuan, L., Harun, A., e Dongyu, R. (2024). Ai-driven animation creation: Application exploration and potential risks. In *2024 5th International Conference on Artificial Intelligence and Data Sciences (AiDAS)*, pages 1–6.