

**Review Paper**

DOI: 10.53681/c1514225187514391s.35.327

# AS TECNOLOGIAS SEMINAIS DA ANIMAÇÃO

*The Seminal Technologies of Animation*

**ANTÓNIO MANUEL  
RODRIGUES FERREIRA<sup>1</sup>**

Investigation / Methodology / Resources / Writing – Original Draft

ORCID: 0000-0003-3880-1770

## RESUMO

O presente artigo apresenta uma revisão de literatura sobre as tecnologias seminais que moldaram o início da imagem em movimento, com ênfase na animação. Embora a história da animação seja frequentemente analisada sob a ótica de técnicas e estilos, as tecnologias subjacentes têm recebido atenção particularmente reduzida. Este estudo, portanto, procura clarificar as origens das tecnologias que tiveram implicação direta na existência da animação, bem como as suas inter-relações e impactos no desenvolvimento deste campo. Inicialmente, explora-se o surgimento de tecnologias primitivas, como a roda, a lanterna mágica, os brinquedos óticos e as câmaras de animação, que expandiram as possibilidades narrativas e visuais do cinema. Em seguida, analisa-se o impacto da eletrónica, desde os primeiros tubos de raios catódicos (CRT) até os sintetizadores de vídeo. Por fim, aborda-se a revolução digital, desde os primeiros computadores e imagens digitais até à animação 3D poligonal, evidenciando o papel das inovações computacionais na transformação da linguagem visual contemporânea. O estudo pretende destacar a relevância dessas tecnologias pioneiras, que possibilitaram a exploração de novas formas de expressão artística, consolidando a animação como um campo dinâmico e interdisciplinar.

## ABSTRACT

This paper presents a literature review on seminal technologies that shaped the early development of the moving image, with a focus on animation. While the history of animation is often analysed through the lens of techniques and styles, the underlying technologies have received particularly limited attention. This study, therefore, seeks to clarify the origins of the technologies that had a direct implication in the existence of animation, as well as their interrelationships and impacts on the development of this field. Initially, it explores the emergence of primitive technologies such as the wheel, the magic lantern, optical toys, and animation cameras, which expanded the narrative and visual possibilities of cinema. Subsequently, it examines the impact of electronics, from the first cathode ray tubes (CRTs) to video synthesizers. Finally, it addresses the digital revolution, from the first computers and digital images to 3D polygonal animation, emphasizing the role of computational innovations in transforming contemporary visual language. The study highlights the significance of these pioneering technologies, which enabled the exploration of new forms of artistic expression, establishing animation as a dynamic and interdisciplinary field.



**DANIEL DA CRUZ BRANDÃO<sup>1</sup>**

Methodology / Writing – Review & Editing

ORCID: 0000-0001-6331-0354



**PEDRO MOTA TEIXEIRA<sup>2</sup>**

Methodology / Writing – Review & Editing

ORCID: 0000-0001-5989-0333

## PALAVRAS-CHAVE

Imagem; Movimento; Tecnologias; Seminais; Animação.

## KEYWORDS

Design for Health; Eco-Health; One Health; Sustainability; Textile Research.

<sup>1</sup> Centro de Estudos de Comunicação e Sociedade (CECS), Universidade do Minho, Rua da Universidade 4710 – 057, Braga, Portugal

<sup>2</sup> ID+ The Research Institute for Design, Media and Culture. Campus do IPCA - Vila Frescânia S. Martinho, 4750-810 Barcelos, Portugal

**Correspondent Author:**

António Ferreira,  
Rua da Universidade  
4710 – 057 Braga, Portugal,  
id7709@alunos.uminho.pt

**Data de submissão:**

31/03/2025

**Data de aceitação:**

19/05/2025

## 1. INTRODUÇÃO

A história da animação é amplamente documentada em termos de técnicas e estilos que marcaram a sua evolução, mas as tecnologias que possibilitaram o desenvolvimento desta forma de expressão visual têm recebido atenção limitada na literatura especializada. Esta lacuna é particularmente evidente quando se considera o impacto das inovações tecnológicas no surgimento e na consolidação da animação como um campo de produção audiovisual. Embora frequentemente secundarizadas como ferramentas auxiliares, as tecnologias desempenharam um papel central na ampliação das possibilidades técnicas e estéticas da animação. Assim, este estudo pretende evidenciar como estas tecnologias influenciaram diretamente a prática e a linguagem da animação, consolidando-a como uma área interdisciplinar que integra arte, ciência e tecnologia.

## 2. TECNOLOGIAS RUDIMENTARES E FENÓMENOS NATURAIS

Durante o Renascimento, foram identificadas seis “máquinas simples” que serviram de base para o desenvolvimento de sistemas mecânicos mais complexos: a alavanca, a roda e o eixo, a polia, o plano inclinado, a cunha e o parafuso. No entanto, esta classificação já não reflete adequadamente a diversidade e a sofisticação das tecnologias que moldam o mundo moderno, e a investigadora e engenheira Roma Agrawal (2023) propõe uma nova abordagem, centrada em sete elementos fundamentais que sustentam grande parte das inovações contemporâneas: o prego, a roda, a mola, o íman, a lente, a corda e a bomba (de pressão ou de vácuo). Estes objetos, fruto de um longo processo de evolução e adaptação, continuam a ser reinventados e aplicados em diferentes contextos. Damos especial relevância a estes objetos, pois foi com base nestes que os primeiros “dispositivos animados” começaram a surgir, como as marionetas e outros mecanismos com movimentos cílicos rotativos (brinquedos óticos).

Destacamos os primeiros indícios da arte de *puppetry* (teatro de marionetas), de 2500 a. C., que foram encontrados em civilizações antigas como a Índia, e alguns séculos mais tarde no Egito, China, Grécia, Japão e África. Em suma, a *puppetry* é uma forma de arte que combina elementos de várias disciplinas, como artes visuais, dança, música e teatro. Este aspecto reflete como a prática de manipular objetos para contar histórias é uma tradição antiga, presente em diversas culturas espalhadas pelo mundo (Smith, 2019).

A criação de marionetas envolvia uma inovação tecnológica e artística significativa. Os primeiros criadores de marionetas eram contadores de histórias, mas também artesãos que desenhavam e construíam marionetas intrincadas, capazes de movimentos complexos. Estas abordagens primitivas destacam a sua versatilidade e apelo duradouro como forma de expressão artística (Giesen, 2019). As marionetes, enquanto produto artístico e articulado, estão intimamente conectadas à área da animação desde a sua génesis.

Estas tecnologias rudimentares, aliadas a fenómenos naturais, como o efeito da câmara obscura e a propagação da luz, encorajaram Christiaan Huygens (1629-1695), matemático, físico e astrônomo, a inventar a lanterna mágica na década de 1650. É composta por uma caixa fechada com um orifício tubular na face frontal, possui uma vela acesa no seu interior e projeta imagens pintadas em lâminas de vidro. A lâmina estática evoluiu para slides com pequenos mecanismos circulares – cromatópicio – que permitiam adicionar várias camadas de vidro e movimento, resultando em projeções minimamente animadas (Gallerneaux, 2019).

### 3. BRINQUEDOS ÓTICOS

Após a célebre publicação da *Teoria da Persistência da Visão* (1824) de Peter Roget (1779-1869), desencadeou-se uma onda de experiências por parte de pessoas fascinadas pelo conceito de imagem em movimento: “Scientists, inventors, toy makers, showmen and, above all, the paying audience were interested in one single thing: motion” (Bendazzi, 2016, p. 12). Neste trabalho, o físico, teólogo e lexicógrafo sugere que uma imagem, após desaparecer do campo de visão, permanece por uma fração de segundo na retina humana. Este fenômeno indica que uma rápida sucessão de imagens pode criar a ilusão de continuidade, ou seja, de uma imagem em movimento. Assim, a exploração deste conceito ramificou-se em brinquedos óticos (artes manuais) e a descoberta da *live-action* (filme fotográfico).

No seguimento dos brinquedos óticos, surgiram diversos dispositivos que exploravam a ilusão de movimento, como o *taumatrópio*, o *fenaquistoscópio* (1833) e o *zootrópio* (1834), todos baseados na rotação sobre um eixo central (Dobson, 2009; LUCIDArt, 2018). Posteriormente, avanços como o estereoscópio de Wheatstone (1838) introduziram a visão binocular, enquanto o *Polyorama Panoptique* (1848) (Roblin et al., 2020) e as lanternas mágicas com luz da ribalta (Herbert, 2021) ampliaram as possibilidades na criação de efeitos visuais.

A transição para dispositivos lineares ocorreu com o *flipbook* (1868) e o *praxinoscópio* de Reynaud (1877-1880), precursor do desenho animado (Bendazzi, 2016; History of Science Museum, 2013). Este dispositivo representou um avanço significativo ao substituir as fendas do zootrópio por espelhos, proporcionando uma visualização mais clara e estável. No espaço de quatro anos (1877 a 1880), foi alvo de várias alterações estruturais, dando origem a três versões diferentes: (1) Espelhamento de pequenas fitas desenhadas – semelhante ao zootrópio, mas a visualização faz-se através de espelhos distribuídos por um cilindro central; (2) Projeção do espelhamento de pequenas fitas desenhadas – igual ao anterior mas com um sistema de projeção incorporado, semelhante ao da lanterna mágica; e (3) Projeção de pinturas sobre longas fitas transparentes, espelhadas no cilindro central – consiste num mecanismo de projeção de maior dimensão com longas fitas, ou seja, com narrativas maiores. Este último é também conhecido como *teatro ótico*. “Pauvre Pierrot” (1892), uma das obras de Raynaud, é considerada como o mais antigo registo existente de desenho animado.

Apesar de não ter sido reconhecido em vida, Reynaud é hoje considerado um pioneiro da animação. No entanto, nesta fase a imagem real captava maior atenção do público em geral, enquanto os brinquedos óticos perderam algum interesse (Zagalo, 2009).

### 4. STOP-TRICK E STOP-MOTION

Depois das lâminas de vidro, as tecnologias de registo evoluíram para papel fotográfico, rolo de papel, rolo de nitrato de celulose e adição de perfurações neste último, para ajudar na engrenagem e facilitar a rotação dos rolos. Quanto ao dispositivo de captura destacamos a arma cronomotográfica de Étienne-Jules Marey, o cinetógrafo de William Dickson e o cinematógrafo dos irmãos Lumière, que marcaram o início do cinema moderno. Para exibição, destacamos o Zoopraxiscópio de Eadweard Muybridge, o cinetoscópio de William Dickson e o próprio cinematógrafo que possuía várias funcionalidades (Deng, 2023; Lindsay & Jenkins, 2019). Assim, os avanços na fotografia, o início do “frenesi pelos media” (Manovich, 2001), a teoria da persistência da visão e as pioneiras tecnologias de captura de vídeo, abriram caminho para a criação de métodos inovadores como o *stop-trick* e o *stop-motion*, que expandiram as possibilidades narrativas e visuais da animação.

Os interessados em imagem em movimento passaram a ter acesso a um maior número de ferramentas, e, não obstante a todo o entusiasmo pela novidade, rapidamente foram inventadas as referidas técnicas que iriam alargar o espectro de possibilidades. Assim, o primitivo registo documental de vídeo foi expandido para um conjunto de soluções limitado apenas pela imaginação e criatividade.

Começando pela técnica de *stop-trick*, a autoria é atribuída a duas experiências de autores distintos, sendo que os registos históricos indicam que a primeira decorreu por iniciativa própria e a segunda por acidente. Em 1895, Alfred Clark (1873-1950) simulou a decapitação de uma personagem no filme *Mary Queen of Scots* ao interromper a filmagem no cinematógrafo, substituir o ator por um espantalho e retomar a gravação (Purves, 2008), criando o primeiro efeito especial alguma vez registado (Barry, 2010). No ano seguinte, em 1896, enquanto filmava a cidade de Paris, a câmara do célebre George Méliès encravou e, ao retomar a filmagem na mesma fita, o autor reparou que na zona do corte existia uma substituição repentina dos elementos filmados (Benzine, 2017).

Ainda em 1896, entre as dezenas de filmes produzidos, Méliès divulgava *Séance de prestidigitation* (Fig. 1), *Escamotage d'une dame chez Robert-Houdin* e *Le Manoir du Diable* com pessoas e outros objetos que aparecem e desaparecem subitamente, explorando criativamente o potencial da técnica de *stop-trick*. A partir desta descoberta, George Méliès explorou extensivamente os limites desta e outras técnicas que o mesmo inventou, usufruindo do seu poder transformador para converter qualquer filme numa ilusão. “He could manipulate time. He could manipulate space. And he could harness the fact that all film presents an illusion, to push his own illusions even further” (Benzine, 2017, p. n/a).



**Fig. 1**

Séance de prestidigitation.  
(1896).



**Fig. 2**

Humpty Dumpty Circus.  
(1898).

Posteriormente, os pioneiros Albert E. Smith (1875-1958) e J. Stuart Blackton (1875-1941), com recurso aos brinquedos da filha do primeiro, experimentaram usar apenas *stop-trick* ao longo de toda a experiência filmica, para criar a ilusão de movimento em objetos inanimados. A técnica é identificada por *stop-motion* e o projeto é reconhecido pelos recordes do Guinness (GUINNESS, 2023) como a primeira animação da história elaborada integralmente com esta técnica; creditando Albert E. Smith pelo conceito. No entanto, é considerado um filme perdido, pois existem apenas alguns fotogramas de referência ao projeto – *Humpty, Dumpty Circus* (1898) (Fig. 2). Smith e Blackton foram co-fundadores da Vitagraph Studios, um dos pioneiros e mais bem-sucedidos estúdios do início da era do cinema.

Graças à invenção do *stop-trick* e do *stop-motion*, dá-se início ao que identificamos como a era da “animação fotográfica”, isto é, animação que depende indispensavelmente da captura fotográfica para existir. Assim, surgiram novas experiências que misturavam artes manuais e câmaras de vídeo, e que exploravam alternativas aos brinquedos óticos e ao primitivo documentário. As animações fotográficas, embora baseadas na captura de imagens *frame-by-frame*, dependiam de câmaras de filmar para alcançar a precisão e a eficiência necessárias para a sua produção e exibição. As câmaras fotográficas não eram adequadas para o processo de animação devido a limitações inerentes à sua natureza. Estas exigiam que cada *frame* fosse capturado e avançado manualmente, o que tornava o processo mais lento, pouco preciso e sujeito a erros, e não ofereciam a funcionalidade de projeção.

Quanto às câmaras de filmar foram projetadas para capturar uma sequência de imagens em intervalos regulares, garantindo a fluidez do movimento. Esta característica era essencial para a animação, pois a ilusão de movimento depende de uma taxa constante de *frames* por segundo. Adicionalmente, as câmaras de filmar estavam integradas a sistemas de projeção, permitindo que as imagens capturadas fossem exibidas de forma sincronizada, garantindo condições para o objetivo final, que seria projetar os filmes para o público. Outro aspecto importante era a eficiência no trabalho, pois as câmaras de filmar permitiam que os animadores capturassem cada *frame* de forma precisa e sequencial, embora não se tratava de uma particularidade inerente às câmaras de filmar. As conhecidas “câmaras de animação” consistiam em câmaras de filmar adaptadas especificamente para atender às necessidades da animação. Estas câmaras eram projetadas para capturar imagens *frame-by-frame* com maior controle e precisão, permitindo que os animadores manipulassem diretamente os elementos visuais, como desenhos, recortes ou outros objetos, durante o processo de captura. É difícil determinar quem foi o primeiro a criar uma câmara de animação, mas Arthur Melbourne-Cooper (1874-1961) já possuía um dispositivo desenvolvido pelo próprio, na década de 1890:

By the mid-1890s, Cooper had his own frame-by-frame device. From an old photographic camera he took the shutter with a spring button and put this behind the lens. Inside the camera, at the side of the sprocket, he placed a pin with a spring. He bore a hole in the side of the sprocket in which the sprung pin fitted. The pin would prevent the sprocket going further than one frame at a time and keep the film steady and the image registered. After the picture was taken, the pin would be released and the film could be wound forward until the pin would get stuck into the hole again to hold it for the next shot (Bendazzi, 2016, p. 22).

Estas câmaras foram essenciais na transição das artes manuais para uma animação mais estruturada e industrializada. Representaram um avanço significativo em relação aos brinquedos óticos e experiências manuais, permitindo a criação de animações mais complexas e detalhadas. Assim, com a invenção do filme fotográfico, no virar do séc. XIX para o séc. XX já era possível criar filmes em imagem real, filmes em imagem real com efeitos especiais e filmes de animação.

## 5. A ELETRÓNICA

No entanto, ainda antes do final do séc. XIX começava a desenhar-se um dos avanços mais significativos da história da humanidade: A eletrónica. Ao possibilitar o controle e a manipulação de correntes elétricas, a eletrónica deu origem a tecnologias revolucionárias, como a televisão, os computadores e os sistemas de telecomunicação.

Em 1897 Ferdinand Braun (1850-1918) criou o *Osciloscópio de Raios Catódicos* (CRT), um dos primeiros *displays* (Bellis, 2012). Originalmente concebido para medir sinais elétricos e exibi-los no ecrã, o CRT utilizava tubos de raios catódicos compostos por um canhão de eletrões, um tubo de aceleração, um sistema de deflexão e um ecrã fosforescente. O canhão emitia eletrões que, ao atingir o ecrã, produziam luz. Por sua vez, esta luz é interpretada como uma imagem. Entre as variações mais notáveis do CRT estavam os *displays* raster, vetoriais e os que permitiam armazenamento de informação, desenvolvidos mais tarde em 1949 (Carlson, 2017). Essas invenções abriram caminho para o tubo dissecador de imagem, criado por Philo Farnsworth (1906-1971) que, em 1927, produziu a primeira imagem rasterizada com 60 linhas (Belovich, 1961; Carlson, 2017), “It was the first successful non-mechanical system of scanning to be in operation” (Belovich, 1961, p. 1). Além de osciloscópios e televisores, os CRTs foram amplamente utilizados em consolas, máquinas de arcadas e em monitores de computador (Bellis, 2012). No entanto, muitos dos primeiros dispositivos computadorizados não possuíam ecrãs, apresentando resultados fisicamente; mas a academia e a indústria ansiavam por dispositivos que apresentassem resultados diretamente em ecrãs, tentando ultrapassar a era dos cartões perfurados ou impressões em papel. Na década de 1960, começaram a surgir os primeiros ecrãs para computadores, que passaram a operar com maior autonomia, capacidade de memória e processamento.

Perante uma nova tecnologia, os apreciadores de animação foram uma vez mais em busca do movimento, neste caso, animação criada por dispositivos que manipulam sinais elétricos de forma controlada, ou seja, animação eletrónica.

A transição para a animação eletrónica surgiu como uma resposta às limitações práticas da animação artesanal, e como uma manifestação da ambição humana de explorar novas possibilidades criativas. A animação eletrónica abriu portas para experimentações que iam além do que era possível com métodos tradicionais, permitindo a criação de mundos virtuais e efeitos visuais complexos. Esta transição também reflete uma mudança cultural mais ampla, na qual a tecnologia passou a ser interpretada como algo mais que uma ferramenta, ou seja, como um meio de expressão artística. Assim, com a sua capacidade de combinar precisão técnica e liberdade criativa, a animação eletrónica tornou-se um símbolo desta nova era, em que a arte e a tecnologia se entrelaçam de forma inseparável.

Num documentário de 1973, intitulado *Electronics: Graphic Arts, Medium of the future*, numa breve introdução, o anfitrião descreve claramente a perspetiva progressista, contextualizando o cenário artístico e económico da época, rematando que a área da animação precisava deste novo fôlego tecnológico:

Graphic arts, and particularly motion picture animation, has in the past been an immensely time-consuming and expensive procedure. Looking back into the '40s, for example, Walt Disney spent almost three years and used a staff of literally hundreds of artists in making his animated classic Snow White and the Seven Dwarfs. He paid those artists about 50 cents an hour. Now, such tremendous efforts involving that much time and human resources are obviously not economically feasible today, and they'll be even less so in the future. And animators will not be the only ones affected by today's rising costs. A similar problem will face any creative art house that deals in large volumes, minimum staff, minimal money, and completion dates that are usually sometimes yesterday. Obviously, yesterday's solution to the problem – hiring more artists – will just probably not work in the future. It's almost reached its limit today. You know, something new will be needed (Host, 1973).

Em suma, a animação computadorizada foi promovida com um forte entusiasmo pelas possibilidades presentes e futuras, pelo facto de não serem necessários desenhos feitos por mãos humanas, e por permitir que os artistas fossem não só eficientes, como também criativos. Desta forma os entusiastas possuíam um argumento forte contra o “estigma do computador” – criado por puristas da animação – que definia que nunca uma personagem seria animada com um computador (Host, 1973).

Estes computadores analógicos que permitiam criar animações eram também conhecidos como sintetizadores de vídeo, dos quais se destacam o *Animac*, *Scanimate*, *Caesar* e *System IV*, criados pela empresa Computer Image Corporation, liderada pelo visionário Lee Harrison III (1929-1998). Existiram outros como *Sandin Image Processor*, *Paik-Abe Video Synthesizer*, *EAB Videolab*, *Rutt Etra Video Synthesizer*, mas não foram amplamente divulgados nem comercializados como os anteriores e limitaram-se ao campo artístico experimental. Esta época é também conhecida como a era dos “*Flying Logos*”, mas várias inovações se destacam como as primeiras animações computadorizadas de personagens e efeitos visuais analógicos.

Genericamente, mais do que uma inovação tecnológica, a eletrónica tornou-se a base da era digital, impulsionando o progresso científico, industrial e social, e redefinindo a comunicação no mundo moderno de forma transversal.

## 6. O DIGITAL

Assim, a história da animação é marcada por uma série de inovações e mudanças paradigmáticas, sendo a era digital uma das mais significativas.

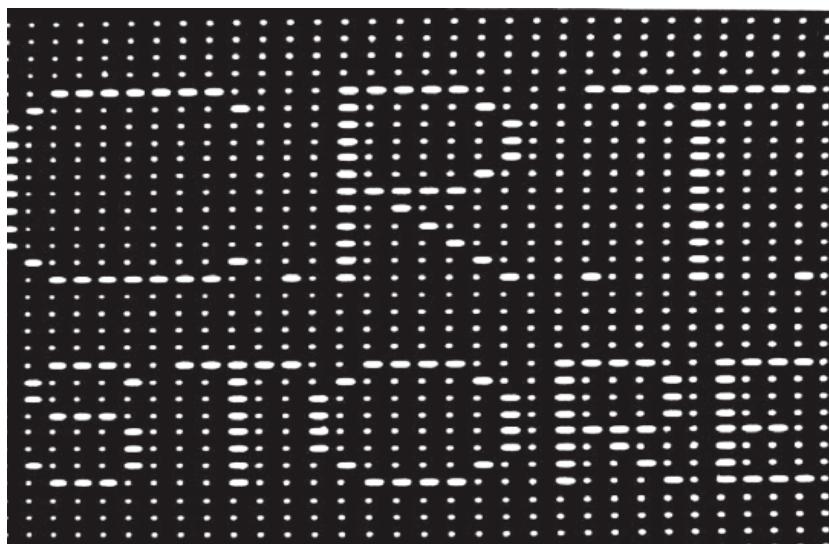
Recuando à era dos primeiros computadores digitais, o computador *Atanasoff-Berry* é reconhecido pela *Encyclopedia of Computer Science* como o primeiro dispositivo eletrónico de computação digital, foi concebido em 1937 e testado com êxito em 1942. Apesar da sua conceção não-programável, destinada a resolver sistemas de equações lineares, introduziu elementos-chave da computação moderna, como a aritmética binária e os elementos de computação eletrónica. Foi o primeiro dispositivo computacional a utilizar eletricidade, tubos de vácuo, números binários e condensadores armazenados num tambor rotativo que mantinha a carga elétrica da memória, mas o seu mecanismo de armazenamento de resultados intermédios – um leitor/gravador de cartões de papel – revelou-se pouco fiável. Com a partida do inventor John Vincent Atanasoff para a Segunda Guerra Mundial, o trabalho no computador foi interrompido.

Em 1943, John W. Mauchly (1907-1980) e J. P. Eckert Jr. (1919-1995), ambos professores da *University of Pennsylvania's Moore School of Engineering*, receberam um contrato para desenvolver os projetos preliminares de um computador eletrónico, que colmatasse a ineficácia dos computadores mecânicos utilizados na Segunda Guerra Mundial. O *ENIAC*, o primeiro computador eletrónico digital programável, foi concluído em 1945 e era capaz de realizar operações aritméticas complexas. A máquina utilizava acumuladores eletrónicos que serviam dois propósitos, nomeadamente como máquinas de somar e como unidades de armazenamento. Ao contrário dos computadores modernos com unidades de memória centralizadas, o ENIAC não possuía uma memória central e, em vez disso, o armazenamento estava localizado nos seus intrincados circuitos. Ainda assim, esta máquina inovadora constituiu num marco significativo na história da computação e preparou o terreno para o desenvolvimento dos computadores eletrónicos modernos, pois todos os principais componentes e conceitos dos atuais computadores digitais foram incorporados no projeto.

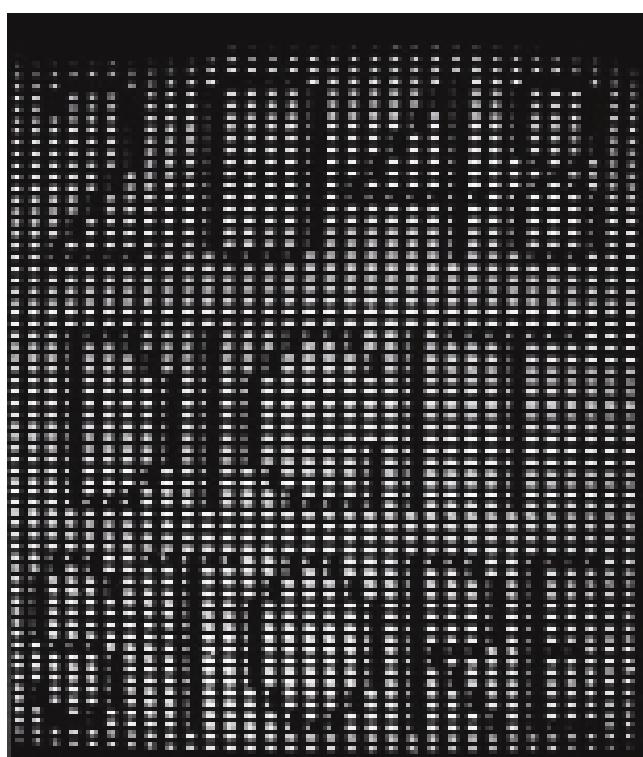
No entanto, a verdadeira revolução eletrónica deu-se com a criação do transistor (1947) e do *chip* (1958). O primeiro, criado pela *Bell Labs* veio substituir os tubos de vácuo, reduzindo em larga escala o tamanho global dos computadores e foi implementado em vários dispositivos eletrónicos fabricados na década de 1950 (p. ex.: rádios, relógios). O *chip*, inventado por Jack St. Clair Kilby (1923-2005) e Robert Noyce (1927-1990), permitiu que todo o circuito (transistores, condensadores, resistências, fios, etc.) fosse construído numa única placa miniatura de silício, o que despoletou a sua produção em massa (Carlson, 2017).

Naturalmente, antes de existir *animação* tem de existir uma imagem, ou seja, um *display* que consiga emitir o que se considera como uma representação visual digital estática. Esta matéria transporta-nos a Manchester (1947) e à investigação de Tom Kilburn (1921-2001) e Frederick Williams (1911-1977), que criaram o CRT Williams-Kilburn. Este corresponde à gama de CRT's que, além de ser um *display*, também armazena informação. Na sua tese de doutoramento, intitulada *A Storage System for use with Binary Digital Computing Machines*, Kilburn propunha um método diferente de ler e escrever bits num CRT e, no final, conseguiu armazenar 1024 bits e depois 2048 bits na matriz de um CRT. Assim, os autores anunciam o surgimento da luz digital com duas fotografias (Fig. 3 e Fig. 4) (Smith, 2015).

They weren't photos of just any arbitrary raster array of spots, but of two displayed digital pictures realized digitally and stored in an electronic digital memory. (...) In modern terminology, he rendered geometrically defined letters and numerals into pixels and displayed them (Smith, 2015, p. 76).

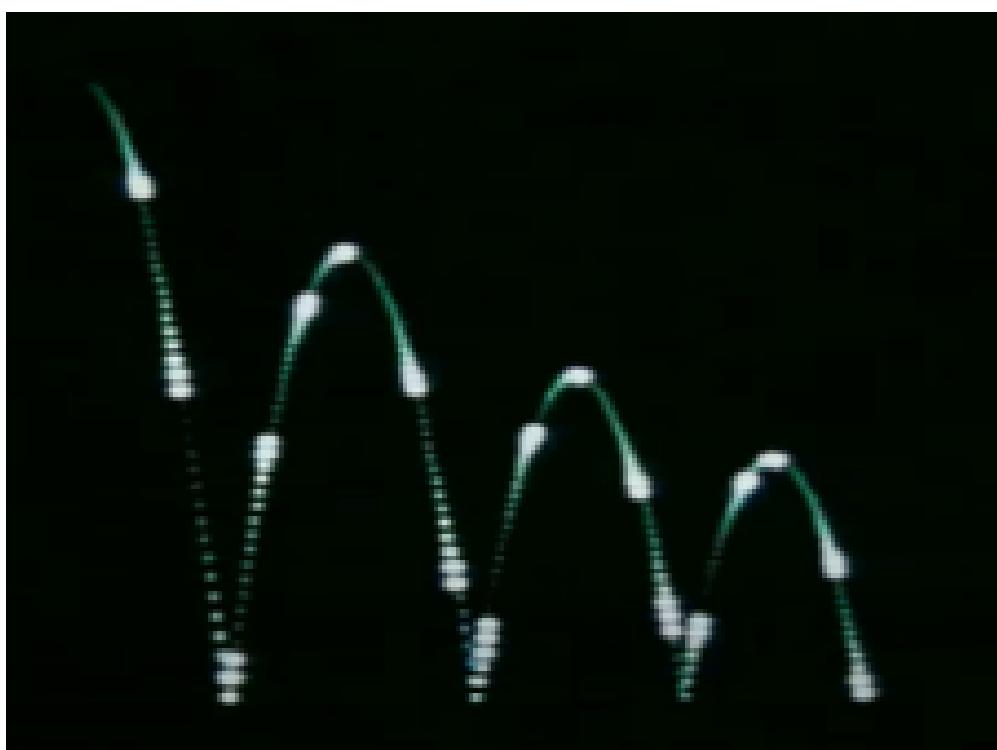


**Fig. 3**  
Primeira imagem digital  
(1024 bits).



**Fig. 4**  
Segunda imagem digital  
(2048 bits).

O autor Stuart Brown (2019), numa extensa investigação, apresentou uma recolha dos computadores pioneiros que possuíam um *display* de vídeo. O CRT Williams-Kilburn foi utilizado no computador pioneiro *Manchester Baby*, que, de acordo com Alvy Ray Smith (2015) – um dos pioneiros na área da computação gráfica – já possibilitava a criação de animações, como demonstrado num teste realizado em 2014. No entanto, não foram encontradas provas documentadas de que tenha sido utilizado para tal. Por outro lado, o manual de programação do computador *Whirlwind I* do MIT (1951) apresentava um “*bouncing ball display*”, ou seja, possuía o conceito documentado de sequências de imagens digitais distribuídas de forma coerente ao longo do tempo. O exemplo animado foi demonstrado num documentário do MIT – “*Making Electrons Count*” (MIT, 1951) – e em direto na televisão CBS, no programa “*See it Now*” (1951); onde o nome do *pivot* Edward Murrow surge animado. Assim, Smith propõe a *bouncing ball* do “*Whirlwind I*” como a primeira animação digital da história.



**Fig. 5**  
Bouncing Ball (1951).



**Fig. 6**  
*See it Now*: letterings animados (1951).

“(...) the assumption of pixel displays everywhere in the world would enable the great digital convergence of all media types into just one visual medium: the pixel” (Smith, 2015, p. 85). De facto, o pixel veio para ficar e moldar a comunicação à sua imagem e semelhança, criando assim uma “nova oportunidade” como mencionou o realizador Bernardo Bertolucci (1941-2018): “(...) now everything’s digital. I welcome this. It’s fantastic for me to have a new chance” (Bertolucci, n.d.).

## 7. O 3D POLIGONAL

Numa primeira fase, o digital era representado apenas em duas dimensões espaciais. Assim, em primeira instância, várias empresas e estudos, como teses de doutoramento, focaram-se na tecnologia digital 2D para criar videojogos, *Graphic User Interfaces* (GUI) e animações para cinema e televisão. No entanto, sensivelmente vinte anos após a primeira imagem digital, surgiu o 3D poligonal.

Dois investigadores pioneiros – Ed Catmull e Fred Parke – estavam determinados a explorar e a expandir as fronteiras do universo tridimensional digital, enquanto trabalhavam no seu doutoramento na Universidade de Utah, nos Estados Unidos; e criaram em 1972 a primeira animação digital 3D de um rosto humano, de uma mão e de *letterings* (Figura 7 e Figura 8). Catmull desenvolveu um modelo matemático para representar superfícies 3D curvas, suaves e realistas conhecido como *Catmull-Rom spline*. Fred Parke aplicou essas técnicas na animação de um rosto humano, usando um modelo tridimensional que podia ser manipulado para revelar expressões faciais. A mão presente no vídeo foi construída artesanalmente, com a quantidade de polígonos que os autores entenderam como necessária, e posteriormente digitalizada recorrendo ao processo de *scanning*. Uma vez transportada para o computador, os autores procederam à manipulação digital dos dedos, da rotação, deslocação, etc. Este marco na história da computação gráfica possibilitou a criação de objetos, personagens e cenários mais realistas em filmes e jogos, elevando o padrão da indústria de entretenimento e abrindo caminho para a criação de interfaces gráficas de utilizador (GUIs) mais intuitivas e visualmente apelativas. A *PIXAR*, cofundada por Catmull, a *Walt Disney Animation Studios*, a *DreamWorks* e a *Warner Brothers* são exemplos de como a animação digital pode contar histórias complexas e emocionalmente envolventes. Da mesma forma, empresas como a *SEGA*, *Nintendo*, *Sony* e *Microsoft* conseguem criar videojogos que imergem o jogador em universos 3D com narrativas cativantes, utilizando técnicas derivadas dos trabalhos pioneiros de Catmull e Parke.

Adicionalmente, o desenvolvimento de *software* avançado de animação, como *Unreal*, *Adobe After Effects*, *Blender*, *Maya*, oferece aos animadores ferramentas poderosas para criar animações complexas e detalhadas. Estas plataformas suportam uma ampla gama de funcionalidades, desde modelação e animação 3D poligonal até efeitos visuais mais sofisticados, graças à tecnologia da renderização 3D por computador. Através de novidades como o *raytracing*, foi possível a criação de imagens e animações com volumes, iluminação e sombras realistas.



**Fig. 7**

Primeiras animações 3D  
(acima: letterings animados;  
abaixo: digitalização da mão).  
(1972).



**Fig. 8**

Primeiras animações 3D  
(esquerda: mão animada;  
direita: cabeça humana  
animada). (1972).

Esta tecnologia foi elevando o nível de detalhe e realismo visual, essencial para produções cinematográficas e de videojogos.

## CONCLUSÃO

As tecnologias seminais analisadas neste estudo revelam como a evolução da animação está profundamente enraizada em inovações que transformaram a percepção e a representação do movimento. Desde os brinquedos óticos, que exploraram os princípios da persistência da visão, até os avanços na eletrónica e na computação digital, cada etapa histórica foi marcada por dispositivos e métodos que expandiram as possibilidades narrativas e visuais. Das tecnologias rudimentares até a animação 3D poligonal, emergiram paradigmas técnicos e estéticos, que foram redefinindo a linguagem visual da animação, permitindo a criação de obras mais complexas e imersivas. Este percurso evidencia a interdependência entre arte, ciência e tecnologia, consolidando a animação como um campo interdisciplinar que reflete o progresso técnico e cultural de cada época. Ao compreender as origens e os impactos dessas inovações, é possível valorizar a animação não apenas como uma forma de entretenimento, mas como um testemunho da capacidade humana de reinventar a comunicação visual.

## AGRADECIMENTOS

Esta investigação foi financiada por fundos nacionais através da FCT – Fundação para a Ciência e a Tecnologia, I.P., no âmbito da Bolsa de Doutoramento com a referência 2022.10351.BD, integrada na tese “Do Artesanal ao Digital: O Impacto da Animação na Evolução da Comunicação Humana”.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agrawal, R. (2023). Nuts and Bolts: Seven Small Inventions that changed the World (in a Big Way). W. W. Norton & Company.
- Barry, M. (2010). The Art and Culture of Movies: Alfred Clark: Narrative and Special Effects Pioneer. <http://artandcultureofmovies.blogspot.com/2010/03/alfred-clark-narrative-and-special.html>.
- Bellis, M. (2012). History of the Cathode Ray Tube. In Archive. <https://archive.ph/20120709164537/http://inventors.about.com/od/cstartinventions/a/CathodeRayTube.htm>.
- Belovich, F. (1961). IMAGE DISSECTOR TUBE. ITT Industrial Laboratories, 1–14.
- Bendazzi, G. (2016). Animation: A World History: Volume I: Foundations - The Golden Age. Focal Press.
- Benzine, C. (2017). Georges Melies - Master of Illusion. Crash Course Film History. [https://www.youtube.com/watch?v=L8is28gAOTc&ab\\_channel=CrashCourse](https://www.youtube.com/watch?v=L8is28gAOTc&ab_channel=CrashCourse).
- Bertolucci, B. (n.d.). Bernardo Bertolucci Quotes. BrainyQuote. <https://www.brainyquote.com/authors/bernardo-bertolucci-quotes>.
- Brown, S. (2019). The First Video Game. Ahoy! [https://www.youtube.com/watch?v=uHQ4WCU1WQc&t=20s&ab\\_channel=Ahoy](https://www.youtube.com/watch?v=uHQ4WCU1WQc&t=20s&ab_channel=Ahoy).
- Carlson, W. E. (2017). Computer Graphics and Computer Animation: A Retrospective Overview. Ohio Press University.
- Deng, C. (2023). Kinetograph - Definition, History & Facts. Britannica. <https://www.britannica.com/technology/Kinetograph>.
- Dobson, N. (2009). Historical Dictionary of Animation and Cartoons. The Scarecrow Press, Inc.
- Fouché, P. (2006). Historique des Flip books. <http://www.flipbook.info/historique.php#linnett>.
- Gallerneaux, K. (2019). The History of the Magic Lantern. The Henry Ford Museum. <https://www.youtube.com/watch?v=qmjESb1xC08>.
- Giesen, R. (2019). Puppetry, Puppet Animation and the Digital Age (G. Bendazzi, Ed.). CRC Press.
- GUINNESS. (2023). First animated film. Guinness World Records. <https://www.guinness-worldrecords.com/world-records/first-animated-film>.

Herbert, S. (2021). A History of Pre-Cinema V2 - Google Livros. [https://books.google.pt/books?id=jNRUEAAAQBAJ&pg=PA475&lpg=PA475&dq=biunial+lantern&source=bl&ots=cXfcpb1Ooe&sig=ACfU3U2LFU9CXybROLH3wimpPmAfmmZk5g&hl=pt-PT&sa=X&ved=2ahUKEwiRyMbVmsj3AhWFi\\_0HHW5hCxwQ6AF6BAgeEAM#v=onepage&q=biunial%20lantern&f=false](https://books.google.pt/books?id=jNRUEAAAQBAJ&pg=PA475&lpg=PA475&dq=biunial+lantern&source=bl&ots=cXfcpb1Ooe&sig=ACfU3U2LFU9CXybROLH3wimpPmAfmmZk5g&hl=pt-PT&sa=X&ved=2ahUKEwiRyMbVmsj3AhWFi_0HHW5hCxwQ6AF6BAgeEAM#v=onepage&q=biunial%20lantern&f=false).

History of Science Museum. (2013). Flip Books - Museum of the History of Science : Museum of the History of Science. <http://www.mhs.ox.ac.uk/exhibits/fancy-names-and-fun-toys/kinora/>.

Host. (1973). Electronics: Graphic Arts Medium of the Future. Museum of Classic Chicago Television; Museum of Classic Chicago Television. [https://www.youtube.com/watch?v=2bIeARfQurE&ab\\_channel=TheMuseumofClassicChicagoTelevision%28www.FuzzyMemories.TV%29](https://www.youtube.com/watch?v=2bIeARfQurE&ab_channel=TheMuseumofClassicChicagoTelevision%28www.FuzzyMemories.TV%29).

Lack, R.-F. (2013). Place de l'Opéra - The Cine-Tourist. <https://www.thecinetourist.net/place-de-lopeacutera.html#>.

Lindsay, D., & Jenkins, R. (2019). The Wizard of Photography - George Eastman. American Experience. <https://www.pbs.org/wgbh/americanexperience/features/george-eastman/>.

LUCIDart. (2018). The phenakistoscope Optical Toy Pre-Cinema Animation - YouTube. Ancient Magic Toys. [https://www.youtube.com/watch?v=BefB2qFB6Sc&ab\\_channel=AncientMagicArtTools](https://www.youtube.com/watch?v=BefB2qFB6Sc&ab_channel=AncientMagicArtTools).

Manovich, L. (2001). The Language of New Media. Massachussets Institute of Technology.

MIT. (1951, January). Making Electrons Count. MIT; Youtube. [https://www.youtube.com/watch?v=KH0tcv3nEQI&ab\\_channel=FromtheVaultofMIT](https://www.youtube.com/watch?v=KH0tcv3nEQI&ab_channel=FromtheVaultofMIT).

Purves, B. J. C. (2008). Stop-Motion: Passion, Process and Performance. Focal Press.

Roblin, V., Saez, A., & Druet, S. (2020). Louis Daguerre: The Image Wizard [Video recording]. Musée Adrien Mentienne. <https://museedebry.fr/video-daguerre/en>.

Smith, A. R. (2015). The Dawn of Digital Light. IEEE Annals of the History of Computing, 74–91. <https://doi.org/10.1109/MAHC.2015.51>.

Smith, J. (2019). Puppetry in Theatre and Arts Education: Head, Hands and Heart. Bloomsbury Publishing.

Zagalo, N. (2009). Emoções Interactivas: Do cinema para os videojogos (1a). Grácio Editor

## BIOGRAFIA

### António Manuel Rodrigues Ferreira

Profissional nas áreas da Animação (desde 2009) e dos VFX (desde 2018). É docente do ensino superior (desde 2014), tendo exercido no IPCA, IPP, IPB, ESAP e ISCE-Douro. Foi distinguido publicamente com o Título de Especialista em Audiovisuais - subárea de Animação (2020). Possui Mestrado em Ilustração e Animação (2013) e Licenciatura em Design Gráfico (2009), pela Escola Superior de Design do IPCA (Barcelos, Portugal). Atualmente frequenta o Doutoramento em Ciências da Comunicação na Universidade do Minho (Braga, Portugal).

### Daniel da Cruz Brandão

Doutorado em Media Digitais (2014) pela Universidade do Porto, com projeto de doutoramento focado em conteúdo audiovisual participativo. Docente do ensino superior há mais de 10 anos (UMinho, IPCA, ESAP, ESAD, UCP-Braga) nas áreas de Design de Comunicação, Audiovisual e Multimédia. Integra a organização da DIGICOM e Plug&Play. Designer multidisciplinar especializado em Vídeo e Motion Graphics, com experiência na Fundação de Serralves. Investigador integrado do CECS e colaborador do ID+.

### Pedro Mota Teixeira

Doutorado em Ciências da Comunicação, especialidade em Animação Digital, pela Universidade do Minho (2013). Mestre em Arte Multimédia (2007) e licenciado em Design de Comunicação (2001) pela FBAUP, com bolsa Erasmus na École Nationale Supérieure des Beaux-Arts (Paris). Realizou pós-doutoramento em Animação na Universidade de Aveiro (2021). Co-fundador e Chair da conferência internacional CONFIA e co-fundador da DIGICOM. Co-responsável na criação do mestrado MIA (IPCA). Investigador no CAOS/ID+. Detentor do título de Especialista em Audiovisuais – Animação (2011). Realizador de um dos primeiros filmes portugueses de animação 3D, “História de Um Caramelo” (2007). Publica e apresenta regularmente trabalhos académicos nas áreas do audiovisual e animação. Mais de 15 anos de experiência a lecionar no ensino superior.

#### Reference According to APA Style, 7th edition:

Brandão, D., C., Ferreira, A., M., R. & Teixeira, P. M., (2025). As Tecnologias Seminais da Animação. *Convergências - Revista de Investigação e Ensino das Artes*, VOL XVIII (35), 139-152. <https://doi.org/10.53681/c1514225187514391s.35.327>