

# Poéticas na animação científica: criatividade a serviço do conhecimento

## *Poetics in science animation: creativity at the service of knowledge*

Maria Luiza Dias de Almeida Marques<sup>1</sup> 

### RESUMO

Neste artigo eu aprofundi um dos capítulos da minha tese de doutorado, *A poesia insólita do cinema científico*, defendida em agosto de 2020, na qual pesquisei o universo do cinema científico. Aqui, investigamos as maneiras como a linguagem do cinema de animação veicula ideias científicas, transmitindo conceitos complexos por meio de uma vasta gama de técnicas e materiais e apelando para uma narrativa acionada tanto pelo aspecto gráfico das imagens como pelas relações propostas na montagem cinematográfica. As sequências fotográficas, o desenho animado tradicional, os infográficos animados, as maquetes animadas, as incrustações sobre imagens previamente capturadas, a computação gráfica, a holografia e o *motion capture* são as formas de animação mais adotadas no campo das ciências. Por meio da observação de obras escolhidas, vamos apresentar aspectos do emprego das técnicas de animação em um panorama transdisciplinar, buscando identificar suas aplicações, seus limites e suas retóricas para compreender sua dimensão poética no tratamento de fenômenos naturais e de teorias abstratas.

**Palavras-chave:** animação; animação científica; cinema científico; linguagem cinematográfica.

### ABSTRACT

*In this article, the author goes deeper into one of the chapters of her doctoral thesis, in which she researched the universe of scientific cinema, The unusual poetry of scientific cinema, defended in August 2020. The present work approached the ways in which the language of animation cinema illustrates scientific ideas, conveying complex concepts through a wide range of techniques and materials, appealing to a narrative driven both by the graphic aspect of the images, and by the relationships proposed in cinematographic editing. Photographic sequences, traditional cartoons, animated infographics, animated models, inserts on previously captured images, computer graphics, holography, and motion-capture are the most adopted forms of animation in the field of science. Through the observation of chosen works, aspects of the use of animation techniques in a transdisciplinary panorama were presented here, seeking to identify their applications, their limits, and their rhetoric, in order to understand their poetic dimension in the treatment of natural phenomena and abstract theories.*

**Keywords:** animation; scientific animation; scientific cinema; cinematographic language.

---

<sup>1</sup>Fundação Armando Álvares Penteado – São Paulo (SP), Brasil. E-mail: polimalu@gmail.com  
Recebido em: 18/06/2021 – Aceito em: 14/10/2021

## INTRODUÇÃO

A animação científica é um braço da cinematografia científica, que, por sua vez, é entendida como um subgênero do cinema documental voltado para os fatos científicos e fenômenos naturais. Este texto é o desenvolvimento de algumas ideias traçadas na minha pesquisa de doutorado, *A poesia insólita do cinema científico*, na qual eu me debrucei sobre o cinema científico, sua genealogia e seus desdobramentos. O foco da pesquisa foi o resgate de filmes sobre conceitos de mecânica realizados pelo Instituto de Física da Universidade de São Paulo em consórcio com a Escola de Comunicações e Artes da mesma universidade. A partir desta produção, busquei estabelecer um diálogo entre o cinema voltado para o conhecimento científico e a poesia que emana das imagens em movimento.

Antes de penetrar a animação científica, é preciso explicitar que no cinema científico há dois segmentos principais, que são os filmes de pesquisa e os filmes de divulgação científica.

Os filmes de pesquisa são realizados em condições específicas com o objetivo de estudar um determinado fenômeno e obter evidências a seu respeito. São realizados a partir de premissas metodológicas passíveis de repetição, de modo a validar o resultado obtido. Podem ser registros de experimentos laboratoriais em alta velocidade, em *time-lapse*, filmes-testemunho de um acontecimento raro, filmes de simulação de uma teoria, filmes em microscopia ou telescopia, enfim, toda espécie de produção de sequência de imagens que sirva de apoio à produção ou divulgação de ciência, dado que o fator tempo é determinante para a compreensão do assunto estudado.

Já os filmes de divulgação científica são endereçados a um público de pesquisadores e estudantes, denominados genericamente de cientistas, enfim, são filmes que partem de uma cultura já constituída em determinada disciplina e procuram avançar em termos da comprovação de hipóteses, o que, não raro, promove debates que aprofundam a pesquisa. São obras que testemunham algum fenômeno raro, que retratam uma descoberta ou que apresentam a representação gráfica ou uma simulação de algo que ainda está em fase de estudo, ainda em forma de escrita matemática.

Reconhecemos que o termo ciência tem perdido seu valor à medida em que é proferido à exaustão e sem critério, aludindo a um conhecimento supostamente referendado, consolidado, próximo ao estático. Atribuir qualidade científica a um objeto qualquer eleva seu estatuto perante a sociedade. Ao mesmo tempo, esse qualificativo trai a concepção mais original àquilo que há de inerente no significado de ciência, concepção que, em verdade, aponta para algo que está em permanente construção: o conhecimento. Quando falamos em animação científica, criamos um novo estatuto para o termo, mais ambivalente, até mesmo pela conotação do termo animação, semanticamente ligado à criação, à invenção. Teremos, portanto, que nos apartar dos preconceitos que circundam ambos os termos, ciência e animação, para nos aproximarmos da dimensão poética dessa forma de apropriação da ciência dada pelas animações científicas.

Não pretendemos aqui tratar dos filmes educativos e/ou pedagógicos, filmes de sala de aula, que envolvem outras estratégias de enunciação. Mais voltadas ao ensino e ao treinamento, essas estratégias são muitas vezes engessadas por uma linguagem sóbria demais, ou forçadamente jovial, destituídas do jogo poético ligado ao que há de mágico na observação de um fenômeno. Embora muitos desses filmes traduzam conhecimentos científicos e aproveitem material-fonte originado no seio de laboratórios, o endereçamento ao público escolar tende a fechar as possíveis novas leituras e não despertar a curiosidade para além da projeção. Em outras palavras, a verborragia textual tende a se transferir para a verborragia das imagens (PIAGET, 1969, p. 63).

Também não trataremos do cinema de ficção científica, embora haja um diálogo evidente e sempre eloquente nos filmes de ficção científica com os conceitos científicos — isso se dá em uma apropriação em diferentes graus, partindo em geral de situações-problema reais (identificáveis pelo espectador), situações que se encaminham, na ficção, para questões imaginadas em uma diegese particular, ou, ainda, dando como realizáveis fenômenos inscritos em uma linha teórica aceita mas não comprovável materialmente; por exemplo, a viagem no tempo.

Como metodologia, adotamos buscar na história as fontes de pesquisa com o propósito de pensar o uso da imagem animada ao longo da cronologia do cinema, respeitando um recorte que engloba desde o pré-cinema até meados da década de 1960, identificando os elementos da linguagem de animação envolvidos na transmissão de conhecimento.

## **O LUGAR PRIVILEGIADO DA IMAGINAÇÃO**

A animação científica revela a melhor de suas qualidades quando dá visibilidade ao abstrato, quando cria relações impossíveis e quando exprime aquilo que apenas a mente é capaz de elaborar. Transita, portanto, entre o real e o ideal, entre a interpretação e a expressão. O trabalho da animação, planejado em detalhe, não deveria, em tese, incluir a dúvida, a contradição. Mas é justamente nas pequenas idiossincrasias que a animação pode sugerir um olhar novo diante de uma ideia. A seleção de filmes a seguir demonstra como o cinema de animação age de forma a reencantar o mundo com uma variedade de recursos gráficos, propiciando uma nova forma de fruição.

Na genealogia do cinema de animação, os trabalhos de Jules-César Janssen, Etienne-Jules Marey e Eadweard Muybridge não se configuravam como obras de animação, a despeito de terem se tornado obras de referência no estudo das imagens em movimento. As cronofotografias de Janssen e Marey, bem como as sequências fotográficas de Muybridge, revelam as raízes comuns entre a pesquisa científica e o desenvolvimento da tecnologia que desembocou no cinema.

Ver para compreender é a ideia que atravessa o estatuto da produção científica a partir do iluminismo, sendo o olho mecânico da câmera fotográfica o agente capaz de captar a realidade evitando a contaminação pela subjetividade do cientista. Mas essa pretensa neutralidade da objetiva foi uma noção que não resistiu — tanto

no campo das ciências como no campo das artes. As variadas metodologias para captação de imagens e os diferentes pontos de vista podiam ocasionar diferentes resultados e diferentes interpretações a respeito de um fato científico. Tais variações foram úteis para revelar a característica multifacetada da realidade, sua complexidade.

A priori, como metodologia empregada nas animações científicas, temos a sequência:

- 1) a observação,
- 2) o registro,
- 3) a interpretação,
- 4) a representação.

Na representação animada de eventos científicos, as imagens constituem-se como documentos indexados à realidade objetiva, devendo a ela um grau de fidelidade que não deve ser traído pelo excesso de simplificação. É na expressão desses eventos que entra em cena a estilização, que é a forma negociada de transcrição de uma realidade levando-se em consideração o uso e o público a que se endereça. A estilização constitui, portanto, um processo criativo que parte de um fato/fenômeno concreto e explicita seus aspectos centrais dentro de certos limites de representação que não comprometam nem a compreensão do público nem seu estatuto de verdade.

Nesse chaveamento entre objetividade e subjetividade, sendo objetividade o fenômeno em si e subjetividade a forma como ele é apreendido pelo observador, encontra-se um trabalho essencialmente narrativo, intencional e que responde a determinada necessidade. O consórcio cientista-cineasta vai operar um conhecimento de maneira a traduzi-lo para um determinado público por meio da linguagem cinematográfica com credibilidade e verossimilhança.

A conquista da imagem sequencial, centro de interesse para a análise do movimento, não apenas expandiu as fronteiras do conhecimento como determinou uma visualidade inédita, atingindo o campo das artes e inaugurando novas formas de representação. Ao integrar a dinâmica dos métodos de pesquisa de forma controlável por meio dos dispositivos cinematográficos, o elemento tempo tornou-se capaz de acionar novas especulações nos laboratórios e também nos ateliês de arte, algo que o próprio Marey já anunciava:

(...) arte e ciência dão as mãos em busca da verdade. Os mesmos métodos servem igualmente para determinar as várias atitudes do cavalo que o artista deve representar, seguindo as fases do movimento sob o aspecto fisiológico e mecânico. (MAREY, 1894, p. 200)

Antes de utilizar a fotografia, Marey valia-se das imagens para ilustrar processos fisiológicos descritos em texto. O mecanismo da circulação do sangue<sup>1</sup>, por exemplo, tema de sua tese de formatura em medicina-fisiologia, foi exibido

1 Para estudar a circulação do sangue e as interações entre o sistema circulatório e nervoso, Marey produziu sequências de imagens demonstrativas que, projetadas uma após a outra, davam a impressão de movimento.

por gráficos obtidos de seu esfigmógrafo, aparelho que capturava as oscilações do pulso e as registrava por meio de uma agulha que arranhava um papel coberto de grafite. Esse esquema visual de um determinado fenômeno já existia desde meados do século XVIII, mas seu uso foi sistematizado por Marey, que o batizou de método gráfico. O padrão gráfico de Marey atravessou o tempo e constitui a forma básica de representação/codificação para o monitoramento do sistema cardíaco, fenômeno invisível a olho nu.

Temos então a primeira forma de animação científica, determinada pelas sequências dos desenhos de Marey, algo que poderia ser considerado um *gif* animado na contemporaneidade.

Com o advento do instantâneo fotográfico, Marey expandiu as fronteiras de suas pesquisas, desenvolvendo o fuzil fotográfico, que permitia registrar na mesma placa sensível várias fases de um movimento.

Paralelamente a Marey, nos Estados Unidos, Muybridge desenvolvia seu aparato para fotografar as fases do movimento do cavalo. Esse trabalho não apenas trouxe popularidade e prestígio para Muybridge, como se tornou referência primordial para o estudo anatômico e sequencial do movimento por pesquisadores e artistas. A partir desse trabalho, Muybridge registrou os ciclos de movimento de dezenas de animais (Figura 1) e de seres humanos, os quais também foram registrados em situações domésticas, praticando esportes, em luta etc.

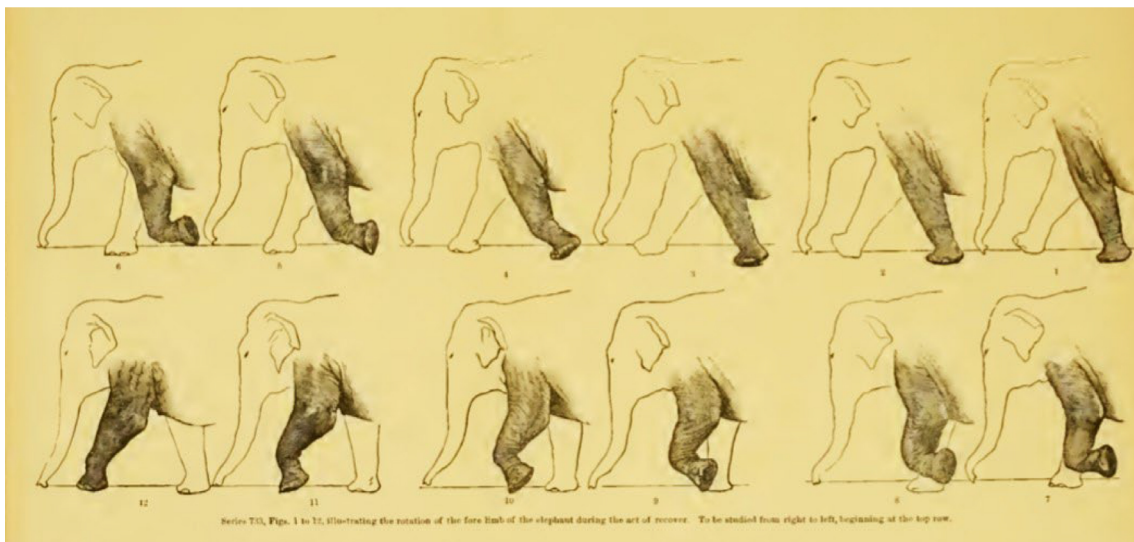


Figura 1. *Animal Locomotion*, Eadweard Muybridge, 1887, p. 97.

Aqui, as fotografias são reduzidas aos principais traços que sintetizam as etapas do movimento, uma evidente interferência da mão humana sobre o “pincel da natureza” (DASTON; GALISON, 2010, p. 133). O científico pode conter o artístico ou vice-versa? Ao beberem da matéria-prima natureza, ambos partem dos mesmos princípios e um pode alimentar o outro. O cinema de animação é um dos beneficiários diretos dessas pesquisas.

O que interessava a Marey e a Muybridge era a decomposição do movimento, a compreensão dos mecanismos acionados para sua execução, bem como a possibilidade de auferir medidas e marcar o tempo, como atesta a figura anterior. O registro fotográfico é útil como suporte para um estudo que prescinde da interferência humana — interpretação/representação.

A seleção de filmes a seguir demonstra a variedade de usos das técnicas de animação em diversas disciplinas. As técnicas do cinema de animação revelam a melhor de suas qualidades, o poder de materializar o que é abstrato e/ou invisível e aquilo que só a mente é capaz de elaborar no tratamento dos fenômenos da natureza, da vida e da sociedade. Também representa um considerável reforço para as novas teorias científicas e um valioso instrumento quando o objetivo é o ensino, a difusão e o debate. Há diversos pontos de conexão entre o cinema científico e o cinema de animação, começando pela necessidade da decomposição do movimento para sua compreensão.

O cinema voltado às ciências teve sua cota de público à época da consolidação do cinema entretenimento. A Gaumont, a Pathé, a Urban Company, entre outras, investiam em laboratórios equipados com equipamentos de ponta para captação das imagens espetaculares fornecidas pelas técnicas de microscopia, raio-X, *time-lapse* e também em animação. A ciência era veiculada como entretenimento nesse gênero que se estabelecia como *popular science films*.

### **TO DEMONSTRATE HOW SPIDERS FLY (1909)**

Na primeira década do século XX, o britânico Charles Urban fundou a Urban Company, que produzia e distribuía filmes da série *Unseen World*, dedicada aos *pop-sci films*. O entretenimento instrutivo era a ideia central da empresa, que contava com Percy Smith, um colaborador que, além do rigor na captação das imagens, acrescentava o humor às narrativas científicas e trazia para o público as maravilhas do mundo microscópico da vida cotidiana (GAYCKEN, 2015). Smith também trouxe a técnica da animação quadro a quadro e tratou de forma antropomórfica algumas de suas estrelas: moscas, formigas, aranhas.

Um dos filmes da Urban Company, *To Demonstrate how Spiders Fly* (1909), retrata o processo pelo qual a aranha lança sua teia viscosa, que se fixa em um ponto permitindo que a aranha se desloque no ar enquanto a puxa. Na realidade, não se trata de um voo, mas de um movimento livre no ar que sugere o voo. Para a realização, Smith construiu e animou um boneco articulado de aranha e registrou as fases do movimento em um cenário de fundo preto, propiciando a ocultação do suporte da aranha enquanto ela “voa”, ao mesmo tempo em que esse fundo escuro confere destaque à personagem. O filme conta com o intertítulo inicial, cujo enunciado prepara o público para a artificialidade do espetáculo a seguir — já que essa produção transita entre a ciência popular e o *trick-film*, filme de efeitos. Nos três planos que compõem o curta-metragem, o modelo articulado da aranha realiza a proeza de lançar sua teia de seda e saltar na direção do ponto de fixação da teia. Ao final, um corte seco nos revela a imagem de uma aranha real viva em sua teia, trazendo o espectador para a realidade e fazendo o elo com a observação científica.



## **MATHEMATISCHE TRICKFILM (1910)**

No final do século XIX, o ensino da geometria passou a ser criticado por ser muito atrelado aos elementos da geometria euclidiana. Havia uma falta de conexão entre as representações bidimensional e tridimensional, além de certa rigidez e imobilidade nas figuras geométricas. Havia uma noção de que, com figuras móveis, a geometria poderia ser simplificada. O professor Ludwig Münch, filólogo, físico e professor de matemática, idealizou filmes de animação logo após a virada do século, mas apenas em 1910 o primeiro deles, sobre o teorema de Pitágoras, ficou pronto. Münch recebeu ajuda de parentes e ex-alunos para concluir os demais, totalizando 30 produções. Alguns dos temas que interessavam ao professor-cineasta eram: a transição de diferentes seções cônicas entre si (metamorfose); rolagem do círculo de curvatura ao longo de uma curva (Figura 2); representação do movimento planetário depois de Ptolomeu e Copérnico.

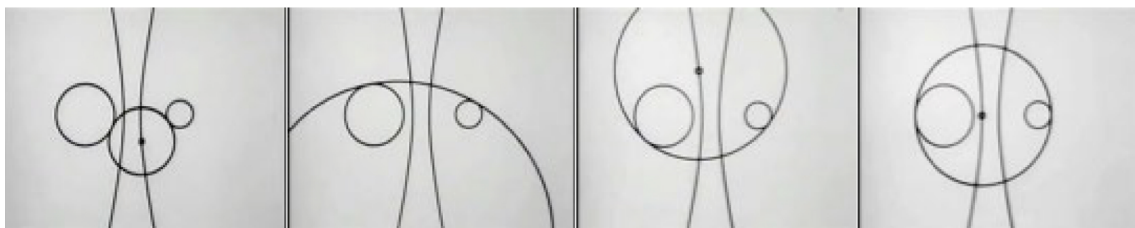


Figura 2. Sequência de imagens extraída de *Mathematische Trickfilm* (1910).

Antes da distribuição em escolas, Münch fez projeções de *Mathematische Trickfilm* a preços populares para financiar os demais filmes. A reação do público foi positiva de um modo geral, e um dos jornais da época relatou:

[...] no sonho dos cérebros dos alunos torturados, o teorema de Pitágoras ganhou vida. [...] círculos, tangentes, hipérbolas, parábolas relacionam-se em metamorfoses complicadas. Uma área da matemática que quase pode ser chamada de transcendental. O que nenhum olho humano jamais viu, o que nem mesmo os professores universitários de matemática podem imaginar com clareza foi visto em uma realidade impressionante na tela branca. [...] O valor desse material é incomparável, especialmente para o campo da matemática superior, chave para todas as maravilhas e sucessos da tecnologia da ciência da Terra e do céu. (*apud* KITZ, 2013, p. 146)

Por meio do movimento, Ludwig Münch conseguiu emular um espaço tridimensional a partir de figuras geométricas bidimensionais. A animação oferece uma maneira nova de olhar a relação entre ponto, reta, curva e plano. É notável o entusiasmo da imprensa diante de imagens absolutamente inéditas — e que precisaram ser imaginadas no decorrer do tempo. As transformações das formas ao longo do filme revelam, de acordo como editor, o caráter transcendental dessa área da matemática, “chave para todas as maravilhas e sucesso da tecnologia da Terra e do céu”.

Os filmes de Münch foram distribuídos nas escolas de Frankfurt, mas o cinema ainda não era de fácil manuseio e muitas escolas não eram equipadas com projetor. Havia também acidentes, como o filme que rompia ou pegava fogo. Hoje em dia, há cerca de 20 dos 30 filmes de Münch arquivados no Instituto Alemão de Cinema em Wiesbaden.

O trabalho de Münch revelou-se pioneiro em dois sentidos: no processo de produção de um desenho animado, propriamente dito, com a determinação dos desenhos-chave para posterior intervalação das demais etapas; no grafismo próprio das imagens geométricas, que são tratadas esteticamente na exploração do campo e no extracampo cinematográficos. Seu trabalho foi um prenúncio do que seria mais tarde, nos anos 1920, o cinema de vanguarda e o experimentalismo gráfico. Münch também antecipa o esquematismo característico dos primeiros trabalhos em computação analógica de John Whitney, nos anos 1960–1970.

### **THE EINSTEIN THEORY OF RELATIVITY (1923)**

No início do século XX, a teoria da relatividade trouxe uma visão inovadora das leis da física e introduziu a quarta dimensão ao estudo da matéria, mudando irreversivelmente a concepção de tempo. Ao observador, ela conferiu um lugar de destaque na compreensão de fenômenos, dada a diferente percepção conforme os pontos de vista. A teoria da relatividade de Einstein, publicada em 1905, abriu um campo ilimitado de especulações de toda ordem, inclusive filosófica, e ampliou espaço não apenas para inovações tecnológicas, mas para a abstração, a imaginação e a fantasia. Contudo sua complexidade distanciava-a do grande público.

Até então, a física clássica apresentava-se naturalmente compreensível e visualmente representável, seja para a comunidade científica, seja para o público geral. Seu aspecto concreto e sensível não constituía barreiras ao entendimento de uma série de fenômenos ligados às experiências cotidianas — conceitos de velocidade, gravidade, hidráulica, calorimetria e óptica são exemplos dessa física sensível.

É nesse momento que a arte comparece como aliada da ciência para traduzir, materializar e embelezar conceitos como o espaço é dobrável ou a trajetória curvilínea da luz, que extrapolam o senso comum. O senso comum costuma ser, aliás, um obstáculo para a compreensão da realidade. Buscando tornar essa nova visão da física mais próxima do público, Hanns-Walter Kornblum realizou em 1922, na Alemanha, o documentário *Die Grundlagen der Einsteinschen Relativitäts-Theorie*, ou *Os Fundamentos da Teoria da Relatividade de Einstein*, em que elabora visualmente alguns conceitos da teoria de Einstein, utilizando para isso algumas cenas em animação. O filme de Kornblum é um caso bem característico do emprego das técnicas de animação na criação de imagens impossíveis de serem vistas na escala espaço-temporal humana. A animação se mostra eficaz nesse tipo de formulação, especialmente quando o objetivo é compreender a partir de uma hipótese e tornar visíveis ideias abstratas. O filme estava desaparecido e foi recuperado em 2005 pelo British Film Institute.

Entre as décadas de 1910 e 1920, a indústria do desenho animado expandiu-se substancialmente graças a uma série de desenvolvimentos técnicos, à otimização de mão de obra (divisão de tarefas) e a uma visão administrativa mais voltada à sua exploração comercial. Os irmãos Dave e Max Fleischer<sup>2</sup> já tinham um

<sup>2</sup> Criadores dos personagens Coco Clown, Betty Boop e Popey e que patentearam vários instrumentos para facilitar a animação, entre eles o rotoscópio.



estúdio de animação estruturado quando se reuniram com o astrônomo e escritor de ciência popular Garret Putnam Serviss e se engajaram no desafio de produzir um filme a respeito da teoria da relatividade. Inspirados pelo filme de Kornblum, os Fleischer realizaram um curta-metragem silencioso de 20 minutos que chegou a ser elogiado pelo próprio Einstein por dar um aspecto visual às suas ideias. Eles não apenas se inspiraram no filme de Kornblum, como utilizaram várias de suas cenas, especialmente as animadas. Sob a coordenação de Serviss, realizaram *The Einstein Theory of Relativity*, de 1923, que é tão engenhoso e imaginativo quanto bem-humorado.

O filme mostra aspectos da vida cotidiana, exalta os milagres do progresso tecnológico e demonstra que tudo é observado do ponto de vista de quem está na superfície do planeta. O narrador propõe então que o espectador experimente uma posição diferente, a partir de um lugar fora da Terra. Em uma das melhores cenas, o piloto que conduz essa experiência coloca sua indumentária e entra em um imenso canhão que o dispara em direção ao espaço, em uma simulação cômica semelhante ao lançamento do foguete em *Le voyage dans la Lune* (1902), de Georges Méliès. À medida que o piloto se afasta, o planeta diminui, em uma sequência que antecipa em 23 anos a primeira imagem real que tivemos de nosso planeta visto do espaço, em outubro de 1946. Lá do espaço cósmico, ele demonstra o conceito da relatividade de escala, de direção e de movimento, o que representa um salto imenso rumo à compreensão dos fenômenos do universo.

Os intertítulos são enunciados frontais de um narrador invisível ao espectador, como se fosse uma voz em *off*, sempre propondo e questionando para, após a verificação visual de um fenômeno, extrair-se uma conclusão.

O comentário fílmico em excesso pode fechar o senso das imagens e impedir uma interpretação. Entretanto, nesse filme, o hermetismo do conteúdo é trabalhado com clareza e objetividade, sem termos técnicos complicados e recheado de exemplos. “Essa teoria abriu um campo ilimitado para especulação, sonhos e fantasias” (*The Einstein theory of relativity*, 1923). Essa sentença sintetiza em boa medida o que buscamos comprovar neste estudo sobre a linguagem cinematográfica no campo da ciência.

Os Fleischer lançam mão de todos os recursos de trucagem e animação disponíveis na época, desde o desenho animado 2D até o *stop motion*, passando por registros de experimentos em alta velocidade. O filme também é inventivo na criação de exemplos extraídos do cotidiano ao tratar das variadas grandezas que se sujeitam de alguma forma ao conceito de relatividade: espaço, tempo, distância, velocidade, objeto, tamanho, cor etc.

### **RONDE CARRÉE (1961) E NOTES SUR A TRIANGLE (1966)**

René Jodoin, o fundador do National Film Board do Canadá (NFB), cuja ligação com o cinema experimental e de vanguarda alimentou as produções, celebra o movimento, a música e a dança por meio do *ballet* colorido das formas geométricas dispostas na tela preta: palco da cena que exhibe alegremente as relações espaciais

entre suas medidas. Seus filmes *Notes on a Triangle* e *Ronde Carée* não correspondem exatamente ao que chamamos de filme pedagógico ou educativo.

Esses filmes não têm a pretensão de ensinar ou mostrar fórmulas. Fazem parte de uma produção talhada em conceitos matemáticos, mostrando as peculiaridades de formas tão simples e tão ricas em possibilidades de relações. No entanto não há números, escalas, desenhos explicativos. A matemática está por trás das formas, mesmo no modo de produção, em que cálculos complexos possibilitaram a precisão dos movimentos no ritmo exato da melodia, sempre acompanhado por um tema popular canadense.

Sem contar com uma narrativa definida, esses filmes são abstrações, assim como a matemática o é, e a escolha da dança que costura o grafismo colorido ao tema musical popular evoca a conexão entre a vida e os sentidos em uma alegre celebração.

### **RYTHMETIC (1956)**

Norman McLaren, o mais célebre realizador do National Film Board do Canadá, também fez várias incursões no cinema de animação com finalidade de ensino/científica. O mote central de grande parte de sua obra consiste em pesquisas no cinema, ou seja, experimentos com e sem câmera de filmar. Todos os tipos de registro em película que se possam elencar foram imaginados e executados por McLaren na busca da expressão máxima do cinema. O caráter científico intrínseco à obra de McLaren, do qual o conhecimento resulta de incansáveis pesquisas, é a matéria própria da epistemologia do cinema, neste caso entendido como conhecimento e como ciência.

Além da imagem, a pesquisa com som em seu aspecto visual levou McLaren a sofisticadas composições rítmico-melódicas a partir do desenho direto na película. Um exemplo é *Pen Point Percussion*, que mostra o caminho que o som percorre desde sua emissão até o registro na banda de som do cinema.

Em *Rythmetic*, McLaren brinca com a aritmética em um jogo cômico e percussivo: desde os letrados iniciais, o jogo de letras já se dá de maneira cartesiana, com exatidão espacial. Essa aparente rigidez do início do filme é o tom dominante até o final. Aparentemente trata-se de uma estratégia para engajar o espectador em uma suposta seriedade — o universo dos números — para, paulatinamente, expor a relação divertida que os números podem ter entre si, entre o espaço e entre o som.

O filme começa com os números de um a cinco formando o desenho de um losango. Em seguida, os espaços entre os números são preenchidos com sinais de +, - e =, trabalhando-se a matemática, como uma imensa equação. O espectador acompanha os cálculos, inicialmente lentos. Aos poucos, torna-se impossível conferir a sequência de operações, que completam a tela em ritmo alucinante. Os símbolos matemáticos, algarismos e sinais não são rígidos, eles dançam, metamorfoseiam-se, empurram uns aos outros, têm personalidade expressa pelo modo como se movem, até se obter a correção no cálculo de uma sentença. Em dado momento, tem-se mesmo a impressão de se ouvir a um sapateado sincronizado com o deslocamento frenético dos algarismos.

Outros filmes de McLaren tratam das relações matemáticas de uma forma transversal, como em *Synchromy*, que já traz no nome a justaposição entre sincronia e cromia, conceitos científicos atrelados à propagação de ondas: mecânica (sonora) e eletromagnética (luminosa). McLaren trabalha o espaço e o tempo de maneira polissêmica. Traduz para a imagem a duração de um som em composições abstratas. O som, perturbação de ondas que se sucede no tempo, é representado, conforme os graves e agudos, respectivamente, em imagens mais grossas e mais finas. “Qualquer filme qualificado como científico deve sê-lo por seu assunto e pelo seu espírito” (PAINLEVÉ *apud* SCHMIDT; DÉRIAZ, 2010, p. 20). Efetivamente, esse trabalho de McLaren não fala de ciência, mas exhibe o sincronismo de forma gráfica, reduz dois conceitos ao máximo da simplicidade, delegando ao estímulo estético a incumbência da construção de sentidos. De certa forma, à exemplo do professor Münch, seu filme antecipa experimentações realizadas em computação gráfica e em música eletrônica.

A produção de McLaren comporta uma vasta gama de procedimentos e resultados estéticos cuja busca essencial por uma linguagem universal — e humanística — é o eixo ou a finalidade. Sua experiência na China e na Índia pela Organização das Nações Unidas para Educação, Ciência e Cultura para ensinar técnicas de animação sem câmera<sup>3</sup> contribuiu para uma concepção do uso da imagem com liberdade e acessibilidade. A face educacional de McLaren é muito forte, com trabalhos bem-humorados que apelam ao mesmo tempo para o racional e o emocional.

### **DERIVE DES CONTINENTS (1969)**

Em contraste com a produção econômica de McLaren, o cineasta animador holandês Co Hoedeman produziu, também no National Film Board do Canadá, em 1969, *A Deriva dos Continentes*, filme que emprega técnicas de animação em *stop motion* e maquetes sofisticadas para explicar a formação geológica do planeta, as zonas magnéticas e o movimento das camadas tectônicas.

Hoedeman trabalhou com o geofísico J. Tuzo Wilson, da Universidade de Toronto, para demonstrar conceitos complexos mesclando ilustrações estilizadas com a concretude das maquetes. Estas, por sua vez, ora são animadas em quadro a quadro, ora movem-se mecanicamente captadas a 24 fps.

O ritmo sem pressa do filme joga com essa variedade de figurações na relação entre o concreto — as maquetes que representam o planeta e o solo — e o abstrato — as representações gráficas em plano bidimensional. Uma das passagens mais interessantes mostra a abertura do solo em corte transversal, revelando as camadas de lava resfriada ao longo das eras geológicas (Figura 3). A câmera faz um movimento de aproximação e, em seguida, há um corte para a ilustração que estiliza as camadas de forma gráfica, procedimento semelhante ao exibido acima, do globo terrestre ao planisfério: corte da imagem concreta para seu esquema abstrato-gráfico.

Corte transversal no solo revela as camadas de lava resfriada ao longo das eras geológicas. As primeiras quatro imagens são uma tomada em *live-action* da

3 *Cameraless animation*, animação desenhada diretamente na película, sem uso de câmera.

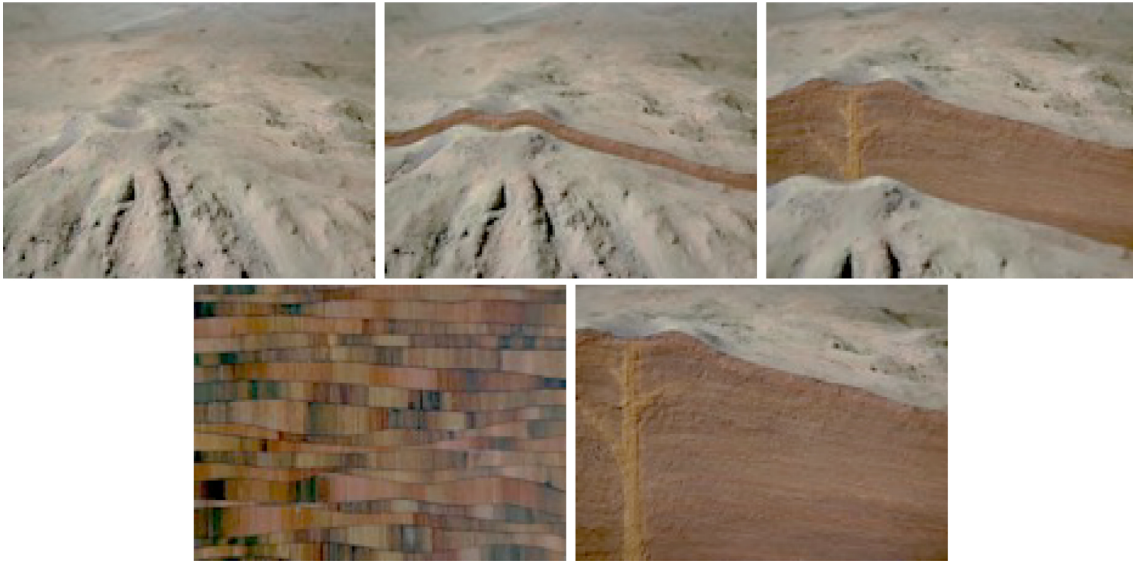


Figura 3. Sequência de imagens extraída de *Dérive des continents* (1969).

maquete que se movimenta mecanicamente. Em seguida, o esquema gráfico entra por meio de uma fusão, revelando as camadas e mostrando as divisões relacionadas às diferentes polaridades magnéticas.

Comparações costumam ser um meio eficaz e bastante usado para traduzir uma ideia complexa em um discurso de mais fácil absorção. A comparação da lava vulcânica com o caldo de legumes, para ilustrar o movimento da lava do centro do planeta em direção à superfície, constitui um dos momentos inspirados do filme. Nessa sequência, a montagem inicia com a animação do deslocamento da lava, e, em corte seco, revela-se um caldeirão visto de cima com o caldo fervente.

O filme não conta com trilha sonora musical, restringindo-se a uma narração solene sem permissão para devaneios ou questionamentos, o que poderia despertar curiosidade: em que medida o filme sairia ganhando se houvesse certa dose de ousadia e irreverência? Seria também possível injetar energia na narrativa, com trilha que despertasse uma atmosfera de mistério ou maravilhamento? De fato, trata-se de um tema instigante e da maior importância, que se relaciona com fenômenos de várias disciplinas. Entretanto, apesar da excelência na produção e da direção precisa de Hoedeman, o filme, aos nossos olhos, resulta frio e, em certa medida, datado.

### **A MEDIDA DO TEMPO (1958)**

No Brasil, a produção de filmes científicos deveu-se a uma política de estado implantada na época de Getúlio Vargas com a criação do Instituto Nacional do Cinema, que mais tarde transformou-se em Instituto Nacional do Cinema Educativo (INCE). Entretanto desde a década de 1930 o Brasil já produzia filmes voltados para as ciências, como é o caso de *Photographias intermitentes do reino vegetal* (1936), *Lapidação de diamante* e *Serpentes do Brasil* (1941). Nesse universo de produções, Humberto Mauro e Benedito Junqueira Duarte foram grandes nomes que realizaram algumas centenas de filmes voltados às ciências, principalmente a medicina.

*A medida do tempo* é uma produção do INCE dirigida por Jurandyr Passos Noronha, com vários *inserts* em animação tradicional realizados por Jorge Bastos. O filme discute a necessidade imposta à humanidade de medir o tempo e como essa problemática foi solucionada conforme o desenvolvimento tecnológico, desde os tempos mais remotos até a modernidade, com os mecanismos mais sofisticados de divisão do tempo. Nas cenas em animação, recapitulam-se os movimentos de rotação e de translação da Terra, que geram como consequência o dia, a noite, o ano, as quatro estações. São cenas demonstrativas em que os conceitos são representados didaticamente, inserindo-se gráficos, legendas e pausas.

Os desenhos de rotação do planeta, que transmitem a sensação de tridimensionalidade, são bem realizados, observando-se a época e os recursos com que foram feitos (Figura 4). Com um tom que transita entre o filosófico e o didático, o filme faz a relação entre o tempo e o espaço, mostrando que o movimento foi o primeiro aspecto observado em relação à passagem do tempo, e finaliza postulando que o homem é, ao mesmo tempo, senhor e escravo do tempo.



Figura 4. *A medida do tempo* (1958).

“(...) do movimento, surge o tempo, e com ele, a existência e a realidade”, declara o narrador em face da inevitável condição humana de subordinação ao tempo.

## ***H<sub>2</sub>O* (1960)**

Nos anos 1960, o animador Guy Lebrun produziu para o INCE o desenho animado *H<sub>2</sub>O*, em que o narrador explica para o personagem Joãozinho as características físicas da água, suas propriedades, e alerta para sua importância na vida do planeta (Figura 5).



Figura 5. Imagens extraídas de *H<sub>2</sub>O* (1960).



O filme tem cinco minutos e consiste em uma animação aos moldes das animações publicitárias para TV dos anos 1950–1960, ou seja, uma animação limitada, inspirada na proposta da UPA (United Productions of America), com decupagem eficiente e criatividade nas mudanças de espaço entre um cenário verossímil e um ambiente impossível. Por meio de movimentos de câmera e *closes*, Joãozinho salta de um ambiente para outro e contracenando com os objetos que ilustram as diferentes situações em que a água é protagonista. Joãozinho representa as crianças brasileiras a quem a voz *over* do locutor ensina com uma linguagem terna, próxima do universo da criança em idade escolar.

A animação científica desenvolve-se de mãos dadas com a evolução tecnológica e beneficia-se dela. Mas muitas vezes o interesse maior não reside nos avanços técnicos, mas sim na engenhosidade da linguagem, que pode apresentar relações metafóricas, propor comparações e se valer de recursos simples para demonstrar determinado conceito. Quando assim o faz, seu alcance tende a extrapolar o conhecimento específico dentro de uma disciplina e contaminar o público com o “vírus” da curiosidade, de um estado de permanente questionamento. Eis o potencial da animação nas ciências, em que a figura do cientista-pesquisador-animador traz credibilidade ao discurso em cuja retórica reside uma especificidade dessa construção, que tanto mais rica será quanto mais lançar mão de elementos próprios da linguagem cinematográfica e das linguagens de animação.

## CONCLUSÃO

Ao desenvolver métodos de pesquisa para congelar determinado momento de uma ação, Muybridge e Marey fornecem matéria-prima modelo a partir da qual gerações de artistas podem exercitar o desenho e a ilusão do movimento. A decomposição do movimento investigada por Marey e Muybridge no final do século XIX permanece como objeto de consulta ainda hoje. Mesmo que o cinema científico seja, em sua essência epistemológica, um documento oriundo de um cenário real, é preciso reconhecer que há um limite no registro da realidade com uma câmera de filmar, para além do qual um outro tipo de figuração (representação) se faz necessário.

É aí que as técnicas da animação e do trabalho artístico cumprem o papel de reiterar ou explicar um fenômeno cognitivo, uma teoria do conhecimento ou um conceito estrutural. A animação também permite que se visualizem postulados e hipóteses em relação aos objetos de estudo, especialmente quando se trata de teorias impossíveis de se comprovar na escala espaço-temporal humana. No cruzamento dos discursos científico e cinematográfico reside o cinema de animação com toda gama de possibilidades voltadas para a elucidação de fatos e teorias da ciência.

## REFERÊNCIAS

- A MEDIDA DO TEMPO. DIREÇÃO: Jurandyr Passos. 1958.
- DASTON, L.; GALISON, P. *Objectivité*. Paris: Les Presses du réel, 2010.
- DERIVE DES CONTINENTES. Direção: Co Hoedeman. 1969.
- GAYCKEN, O. *Devices of curiosity: early cinema and popular science*. [S.l.]: Oxford University Press, 2015.
- H2O. Direção: Guy Lebrun. 1960.



KITZ, S. Dynamische geometrie ohne computer: die mathematischen trickfilme des geheimen schulrats münch. **Mathematische Semesterberichte**, v. 60, n. 2, p. 139-149, 2013. <https://doi.org/10.1007/s00591-01-0124-y>

MAREY, E.-J. **Le mouvement**. G. Masson, 1894.

MATHEMATISCHE TRICKFILM. Diretor: Ludwig Münch. Produtora: Cartharius-Film (Darmstadt). 1910.

MUYBRIDGE, E. **Animal locomotion**. Da Capo Press, 1887.

### **Sobre a autora**

**Maria Luiza Dias de Almeida Marques:** Doutora em Meios e Processos Audiovisuais pela Escola de Comunicações e Artes da Universidade de São Paulo. Leciona Cinema de Animação na Fundação Armando Álvares Penteado.

**Conflito de interesses:** nada a declarar – **Fonte de financiamento:** nenhuma.

