

Bruno Ribeiro Profeta

**AUTOMATIZAÇÃO DE PROCESSOS DA ANIMAÇÃO
POR COMPUTADOR**

**Belo Horizonte
Escola de Belas-Artes da UFMG
2009**

Bruno Ribeiro Profeta

AUTOMATIZAÇÃO DE PROCESSOS DA ANIMAÇÃO POR COMPUTADOR

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado ao Colegiado de Graduação em Artes Visuais da Escola de Belas Artes da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Cinema de Animação.

Orientador (a): Prof. Mauricio Silva Gino

**Belo Horizonte
Escola de Belas-Artes da UFMG
2009**

AGRADECIMENTOS

Ao professor Maurício Gino, orientador deste trabalho, pela paciência, boa vontade, disponibilidade e pelo imenso suporte dado em todos os momentos da sua elaboração;

À professora Marília Bergamo, por sua valiosa simpatia, atenção e colaboração na elaboração deste texto, além do amplo compartilhamento de seus conhecimentos.

RESUMO

Este trabalho discute a colaboração da computação gráfica para a indústria de animação, tendo como ponto de partida o exemplo do filme “Siga O Pé”, do autor deste texto. O uso extensivo da computação na produção do curta é usado como base para a discussão de conceitos de “animação” e “computador”, passando pela análise histórica dos vários processos de geração de imagens animadas a partir de diferentes processos automatizados de produção. São analisados os caminhos paralelos de desenvolvimento de novidades tecnológicas nas áreas de animação científica e de entretenimento, e a colaboração entre ciência e arte. Os processos de produção de “Siga O Pé” são apresentados de modo a ilustrar a exploração criativa das possibilidades criadas pelo computador e os desafios inerentes aos seus mecanismos. Por fim, conclui-se que novas tecnologias geram novas ferramentas de trabalho, e que a criatividade na sua exploração abre as portas da ciência para a construção da arte.

Palavras-chave: efeitos visuais; técnicas de animação; computação gráfica

ABSTRACT

This text discusses the collaboration of computer graphics for the animation industry, having the example of the short animation “Siga O Pé”, from the author of this work, as its start point. The extensive use of the computer in the production of the movie is used as the support for debating concepts of “animation” and “computer”, going through the historical analysis of the many processes for generating animated images from different automatized processes of production. This text analyses the parallel paths of technology development for scientific and entertainment animation, and the co-operation of science and arts. “Siga O Pé” production processes are presented as a way of illustrating the creative exploration of the possibilities given by the computer and its mechanisms’ inherent challenges. In the end, it’s concluded that new technologies generate new work tools, and that creativity in its exploration opens the science doors to the construction of art.

Keywords: visual effects; animation techniques; computer graphics

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	7
2. DEFINIÇÕES DE “ANIMAÇÃO”	8
3. BREVES HISTÓRIAS DA ANIMAÇÃO	9
4. A COMPUTAÇÃO	
4.1. O COMPUTADOR	11
4.2. PROCESSOS AUTOMATIZADOS NO CINEMA DE ANIMAÇÃO	12
4.3. O COMPUTADOR E A CIÊNCIA	15
4.4. O COMPUTADOR E A ARTE	16
4.5. INCORPORAÇÃO E CRIAÇÃO DE MODELOS E CONCEITOS NA COMPUTAÇÃO GRÁFICA	23
5. COMPUTAÇÃO VERSUS CRIAÇÃO	25
6. O USO DO COMPUTADOR NA PRODUÇÃO DE “SIGA O PÉ”	26
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	31
8. BIBLIOGRAFIA	32

1. INTRODUÇÃO

Desafios sempre cruzam nossos trabalhos. Junto com eles vêm as dúvidas, e com as dúvidas as discussões de conceitos e também de preconceitos. Se em algum momento chegamos a alguma conclusão, podemos ficar aliviados, mas, se não, temos a certeza de que pelo menos aprendemos muito com este processo.

Ao final do meu curso de graduação tive dois anos para desenvolver um projeto de um curta animado com um tema livre. Procurei diferentes histórias e idéias, mas nada era certo. Via meus colegas de sala se preparando para uma longa rotina de desenhos, testes de movimento, captura de imagens e muitas outras etapas necessárias para a produção de uma animação de desenho quadro-a-quadro e percebi que desde o início não era isso o que eu queria. Como sempre trabalhei com o computador, senti que tinha mais facilidade e conseguiria controlar melhor o ritmo da minha produção se o usasse durante todo o processo, não só como um facilitador técnico em casos pontuais, mas como base para a maioria das etapas de produção, independente de qual fosse o roteiro escolhido.

Eu sempre acompanhei vinhetas na televisão, comerciais, filmes e principalmente documentários que mostram os trabalhos de criação de efeitos especiais para os grandes *blockbusters* americanos. Lembro-me de muito novo aguardar os primeiros capítulos das novelas brasileiras somente para ver suas aberturas, que traziam sempre muitos efeitos e mexiam com minha imaginação. Ao longo do tempo, fui percebendo as diferenças e semelhanças entre trabalhos feitos para TV e cinema, fossem comerciais ou não, e este interesse se desenvolveu tanto que me deu a consciência de que meu bacharelado em Cinema de Animação pela Escola de Belas Artes da UFMG me ajudaria a conhecer melhor essa face do mercado de trabalho audiovisual. Com essa idéia já consolidada, decidi que minha animação não se prenderia a conceitos muito elaborados ou a histórias abstratas e complexas. Havia chegado o momento de experimentar uma linguagem pessoal que me daria um impulso na hora de desenvolver ainda mais minhas habilidades com a computação gráfica. Foi assim que decidi criar uma pequena vinheta de um minuto a um minuto e meio, que teria uma linguagem leve, dinâmica, comunicativa e simples.

O roteiro desenvolvido contava a história de dois pés que passariam por diferentes ambientes, chegando a lugares cada vez mais inóspitos e paradisíacos, e minha idéia era a de usar o computador para me auxiliar na criação do movimento de elementos gráficos bidimensionais aplicados a um ambiente tridimensional no programa Adobe® After Effects®,

simulando um ambiente real por meio da técnica de animação de recortes. Devido à complexidade do projeto e ao tempo concedido para sua produção, a importância do computador não era somente devido à sua maior praticidade e flexibilidade no controle dos vários processos da animação, mas sim, conseqüentemente, à sua opção como a única plataforma que me possibilitaria a finalização do filme a tempo.

2. DEFINIÇÕES DE “ANIMAÇÃO”

Ao apresentar minha proposta para o professor Maurício Gino, tivemos uma conversa sobre o que pode ser considerado “animação” e até que ponto o uso do computador no meu processo de produção afetaria o meu produto a ponto de descategorizá-lo como um trabalho final legítimo da habilitação de Cinema de Animação. Posto tal problema conceitual, veio uma busca por referências que pudessem definir a tão abrangente “animação”.

A Wikipedia em português¹, por exemplo, define o termo como uma técnica de produção de imagens em movimento feita quadro-a-quadro, enquanto suas versões em inglês² e espanhol³ a definem como um processo relacionado à ilusão de movimento. Como Maurício Gino escreve em sua tese de doutorado:

Assim como o cinema, o termo animação é definido por Deleuze como uma sucessão de imagens que registram instantes quaisquer com a finalidade de representar um movimento. No entanto, o autor afirma que na animação tais imagens são construídas quadro-a-quadro e por meios não-automáticos. – DELEUZE (1983), apud GINO 2009

A própria palavra “animação” em si já traz um conceito que vem do termo latino *anima*, significando vida, sopro, brisa, espírito, princípio vital, respiro, alma. Daí a implicação de que animar é dar vida a objetos estáticos.

¹ “Animação refere-se ao processo segundo o qual cada fotograma de um filme é produzido individualmente, podendo ser gerado quer por computação gráfica quer fotografando uma imagem desenhada quer repetidamente fazendo-se pequenas mudanças a um modelo, fotografando o resultado.” WIKIPEDIA.ORG. Disponível em: <<http://pt.wikipedia.org/wiki/Animação>>. Acesso em 16 de outubro de 2009

² “Animation is the rapid display of a sequence of images of 2-D or 3-D artwork or model positions in order to create an illusion of movement.” WIKIPEDIA.ORG. Disponível em: <<http://en.wikipedia.org/wiki/Animation>>. Acesso em 16 de outubro de 2009

³ “La animación es un proceso utilizado para dar la sensación de movimiento a imágenes o dibujos.” WIKIPEDIA.ORG. Disponível em: <<http://es.wikipedia.org/wiki/Animación>>. Acesso em 16 de outubro de 2009

Daniel Zante nos mostra, em seu artigo *Animação Algorítmica E O Conceito de Animação*, que este debate é extenso e contínuo e cita: “Como observa Christiane Paul em seu livro *Digital Art*, a animação configura-se como um gênero que resiste às classificações, muito pelo fato de misturar disciplinas e técnicas e de ainda existir no limite entre entretenimento e arte.” – PAUL (2003), apud ZANTE (2005)

Tal dificuldade na definição de um significado consistente do termo “animação” tem origem muito clara na história do cinema e no desenvolvimento de novas tecnologias paralelas e temporalmente não-lineares. Este trabalho pretende apresentar uma parte dessa história, seguindo também esse caráter descontínuo do tempo.

3. BREVES HISTÓRIAS DA ANIMAÇÃO

Voltando ao início do século XX e à criação do cinema, é inevitável mencionar George Méliès, um ilusionista que explorava todas as possibilidades criativas dadas pela tecnologia da filmagem em película para criar truques em seus *trickfilms*. Baseados na distorção espacial e temporal possibilitada pela tecnologia, seus números encantavam as platéias e deixavam todos extremamente curiosos sobre os procedimentos usados pelo ilusionista.

Méliès criou, por exemplo, a técnica do *arret*, que consiste na pausa da filmagem da ação para a substituição ou modificação de elementos do cenário, e a sua retomada, criando a ilusão de modificação repentina da cena, muito utilizada ainda hoje e muito bem explorada pela série americana *Bewitched* (no Brasil, *A Feiticeira*), da década de 60. Como afirma Judson Rosebush, “o arret não é animação, mas uma série de arrets, ou single frame photographs, (também conhecidas como stop motion photographs), se tornam a base da animação, não importando se o assunto são objetos 2d ou 3d” – (1992:03). Nasce, então, a manipulação do *frame*, e abrem-se as portas para inúmeras obras que exploram criativamente uma nova linguagem do cinema.

Várias outras técnicas se seguiram ao *arret*, como o *scratchon*, que mostrava a evolução de uma pintura ou um desenho, explorada no filme *Humorous Phases of Funny Faces* (ver anexo 1), de 1907, uma evolução do *arret* utilizado pelo mesmo ilusionista, J. Stuart Blackton, em seu *The Enchanted Drawing* (ver anexo 2), sete anos antes.

Há também a exposição múltipla, que registra em um quadro só duas ou mais imagens sobrepostas; e o *traveling matte*, criado em 1918, cujo truque era realizado pela filmagem de um ator ou objeto em frente a um cenário preto, de onde dois processos diferentes poderiam ser seguidos: a filmagem no mesmo negativo da parte a ser encaixada no fundo preto ou a sua posterior composição com outro negativo. Este segundo processo foi utilizado no filme TRON, de 1982, combinado com efeitos criados por computador. *Edwin Porter* utilizou o primeiro processo para gerar o plano de fundo da janela do escritório da estação, de onde se viam os trens em movimento, no seu filme *The Great Train Robbery*, de 1903.

Enquanto isso, as técnicas de animação de desenhos começaram a ganhar um rumo próprio e passaram a ajudar na operacionalização do processo de produção dos filmes. Um exemplo é o sistema de recortes (ou *cutouts*) - que introduziu a idéia de camadas na animação - que possibilitou a manutenção dos elementos que não se movem no quadro, e a movimentação ou substituição somente das partes dos objetos e/ou personagens que se movem ou se modificam na cena. Uma derivação desse sistema é o *Slash System*. Basicamente o mesmo sistema de recortes, porém neste caso o fundo fica na camada de cima, que tem a área onde a ação acontece recortada e removida, dando espaço para o desenho da ação. Esta técnica era especialmente útil no caso de cenas em que ação acontecia atrás de alguns elementos do cenário. Ainda mais importante foi o desenvolvimento das células transparentes de acetato, em 1915, por *Eart Hurd*, que mudaram a história da animação manual quadro-a-quadro.

Todas estas técnicas novas transformaram também a maquinaria envolvida na produção do filme, gerando novas possibilidades e criando outras técnicas, num ciclo virtuoso, trazendo sempre contribuições valiosas ao desenvolvimento da animação. Mas apesar de todas essas transformações, uma coisa é certa: o cinema, assim como qualquer outra tecnologia do mundo, se utiliza de equipamentos que operacionalizam seu processo de produção, seja a câmera, a fonte de luz, a truca ou o próprio operador de cada um destes instrumentos. Há, portanto, uma clara combinação de diferentes elementos e procedimentos que devem ter uma precisão na sua execução em conjunto, seguindo uma seqüência de operações que têm um fim específico e geram um resultado - neste caso, o produto final: o filme. Essa operacionalização da produção de uma animação é um algoritmo, que pode ser adaptado para gerar o mesmo produto (considerando como produto o filme, e não seu conteúdo ou suas particularidades adquiridas pelas diferenças processuais da sua confecção), passando por diferentes etapas de produção.

4. A COMPUTAÇÃO

4.1. O COMPUTADOR

Enquanto no começo do cinema as operações eram manuais e os equipamentos não muito desenvolvidos, hoje em dia boa parte da produção é feita digitalmente, mas os algoritmos, apesar de diferentes, geram sempre um produto semelhante. Considerando que o conceito de algoritmo encerra a própria essência do que conhecemos por *software* ou programas de computador, é bem plausível a afirmação de *Judson Rosebush*, no seu texto *A History of Computer Animation* (1992), quando diz:

Depending upon what you decide is animation and what you decide constitutes a computer, it is easy to conclude that *all* animation is “computer” animation. The reason is because even classical (pre-computer) animation involves an animation language – a notational system which describes events or images over time. In a classical system, the instructions and graphical data are composed on paper, and the hardware execution is accompanied by an animation camera and the camera operator – sort of a hardware/bioware combination. In a contemporary system the instructions and graphical data are composed on a magnetic media, and hardware execution is accompanied by a computer automatically.

If we restrict ourselves to the post-classical phase of the medium, the first computer animations emerge in the early 1960s, depending on what you mean by a computer and by animation.

Para demonstrar um pouco dos diferentes equipamentos classificados como computador pela ciência, podemos voltar 4 mil anos e analisar o ábaco (fig.1), o primeiro instrumento construído destinado ao auxílio na tarefa de calcular. Em seu processo de computação vemos o resultado na acumulação das pedras e nos fios; a posição das pedras configura a “memória” da operação. Um outro instrumento é a pascalina (fig.2), a primeira calculadora mecânica, criada em 1642, que funcionava por meio de uma engrenagem para fazer cálculos de soma, até ser adaptada com as funções de multiplicação e divisão em 1671 pelo matemático alemão *Gottfried Von Leibniz*, que também desenvolveu a idéia de sistema binário (escrita e leitura de informação baseadas nos caracteres “0” e “1”).

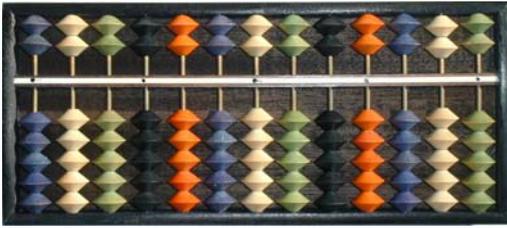


Fig1.: Ábaco



Fig2: Pascalina fechada. A máquina acima à direita podia calcular até centenas de milhares. À direita um sistema de engrenagens que giravam um cilindro com a impressão dos números.



Apesar de hoje os computadores se basearem em linguagens numéricas, é bom ressaltar que computadores analógicos podem trabalhar sem os números, utilizando referências de deslocamento de agentes físicos, como medidas de distância, rotação, peso, voltagem, áreas, etc. Um exemplo disso é a busca de *Charles Babbage*, considerado o pai do computador, por uma máquina que pudesse realizar automaticamente e sem erros os trabalhosos cálculos necessários para a confecção das cartilhas náuticas do início do século XIX. Em 1833, ele concebeu o projeto da máquina analítica, que funcionaria a vapor, mas que não saiu do papel devido às limitações técnicas da época. Como afirma Rosebush, “computadores datam da antiguidade e têm várias formas. O que eles têm em comum é que oferecem uma metodologia para resolver problemas: extraem respostas de dados e fazem previsões”. (1992:14)

4.2. PROCESSOS AUTOMATIZADOS NO CINEMA DE ANIMAÇÃO

Em todos os trabalhos humanos, máquinas são utilizadas para a execução de tarefas repetitivas, não-criativas ou humanamente impossíveis, e com a animação não é diferente. Vários mecanismos e métodos, e conseqüentemente algoritmos, foram desenvolvidos para a única finalidade da produção dos filmes animados. No caso da animação desenhada quadro-a-quadro, *Alberto Lucena* em seu livro *Arte da Animação: Ética E Estética Através da História* (2001) afirma que *Walt Disney* contribuiu enormemente criando, por exemplo, as *peg-bars*,

barras de metal que têm a finalidade de prender as folhas onde o animador cria a cena, a fim de acabar com o tremido da imagem e dar mais estabilidade para o desenhista na hora de criar os movimentos necessários. Com isso, criou-se o teste da rolagem das folhas, pelo qual o animador pega até 4 folhas de papel contendo quadros consecutivos de uma cena, cada uma com um dedo, e desliza-as rapidamente sobre a mesa, para analisar a qualidade dos movimentos desenhados. Disney criou também o *pencil test*, pelo qual os esboços da animação são fotografados para a análise e correção de erros não percebidos no exame de rolagem de folhas. Para diminuir o trabalho dos animadores com a tarefa repetitiva de limpeza dos esboços, foram empregados os *clean-up men*, o que deu mais tempo para os artistas explorarem sua criatividade e aplicá-las aos movimentos dos personagens. Do mesmo modo foram criados os *inbetweeners*, animadores secundários, que fazem o trabalho quase automático de criar os desenhos intermediários entre dois quadros-chave, seguindo as instruções dos animadores. Além disso, Disney também desenvolveu o *storyboard*, que possibilita uma visão geral do filme antes de sua produção ser iniciada, diminuindo tempo de resolução de problemas. Talvez um dos aparatos mais sofisticados criados por ele tenha sido a câmera de múltiplos planos (fig.3), na década de 30, que conseguia simular um ambiente 3d com a movimentação de elementos divididos em vários planos diferentes, possibilitando movimentação da câmera não só nos eixos X e Y, mas também no Z⁴. Outro recurso se aproveita da diferença na distância dos planos: a distância focal, que podia ser regulada de modo a concentrar-se somente nos elementos desejados da cena.

Disney foi, sem dúvida, um grande empreendedor, inovando e criando equipamentos, procedimentos e conceitos que até hoje são usados pela indústria cinematográfica mundial, quer seja em sua forma original em trabalhos manuais quanto adaptados para os programas de computador.

Paralelamente a suas idéias, novidades vindas de outras fontes chegavam ao mercado, como os *computerized animation stands, set ups* automatizados pelo computador, que lia as instruções de movimentação de personagens, elementos de cena, fundo e câmera, armazenava essas informações em cartões perfurados e as aplicavam aos motores que ajustavam automaticamente a configuração dos equipamentos para a fotografia de cada quadro. Essa tecnologia, chamada de *motion graphics*, possibilitava a criação de quadros-chave dos movimentos do equipamento, assim como sua edição, remoção ou adição à programação, economizando o tempo da equipe na hora da resolução de problemas ocorridos

⁴ A câmera, na verdade, é fixa. A ilusão do seu movimento pelo eixo z é feita com a aproximação das camadas que compõem a cena numa velocidade inversamente proporcional à do observador imaginário

em meio à gravação de uma cena. Com a automatização dos quadros-chave pelo computador, recursos como a aceleração e desaceleração (*ease in* e *ease out*) tornaram-se possíveis, sendo usados para deixar certos movimentos mais sofisticados. Era possível também acessar o ponto exato desejado para a refeitura de algum plano defeituoso, sem a necessidade de recomeçar o trabalho. A evolução dessa tecnologia foi criada em 1949, se chama *motion control* e se diferencia da outra por ser aplicada em um cenário 3d, controlando objetos, personagens, fundo e câmera no espaço pelos eixos X, Y e Z. Sua primeira versão gravava cada instrução de movimento (pan, tilt, movimentação por cada eixo, etc) em uma faixa de um disco fonográfico. Portanto, se fossem gravadas duas instruções, gravava-se em estéreo. Se mais instruções fossem desejadas, a gravação era feita em multicanais. Exemplos recentes de uso motion control são as famosas animações de bonecos de *Tim Burton*, como *O Estranho Mundo de Jack* (1993) e *Noiva Cadáver* (2005). Além disso, esta técnica foi usada em *O Segredo do Abismo* (1989), substituindo a filmagem de ação real de miniaturas de submarino no tanque criado pela produção do filme, devido às óbvias dificuldades técnicas, e em *Contatos Imediatos do Terceiro Grau* (1977), nas cenas que continham efeitos especiais, para não impedir o uso do movimento de câmera⁵.

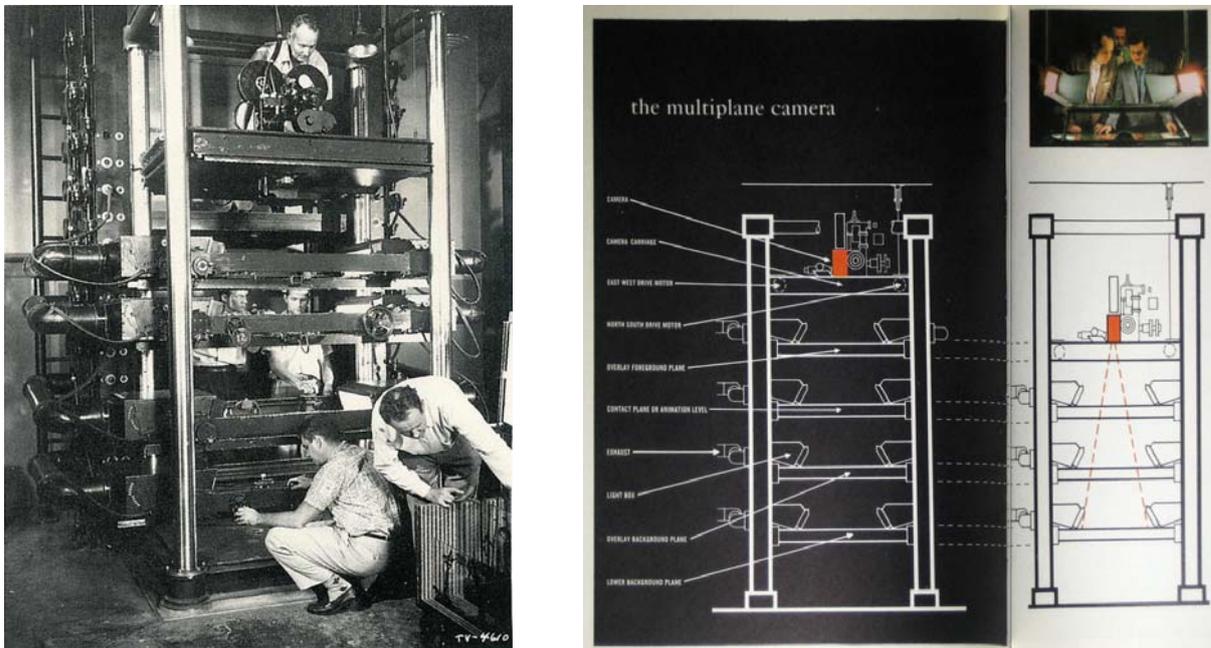


Fig.3: A câmara de múltiplos planos de Walt Disney. Apesar do incrível resultado de suas imagens, o equipamento é desconfortável e de manuseio complicado, exigindo o trabalho de várias pessoas em conjunto.

⁵ Os modelos das naves espaciais eram gravados quadro-a-quadro em estúdio e usavam as informações digitais gravadas em fita magnética geradas na gravação dos movimentos e ajustes (foco, zoom, íris, etc) da câmera durante a filmagem dos atores no cenário. As diferentes imagens eram compostas por meios óticos. – *The Making of Close Encounters of The Third Kind* (1997)

4.3. O COMPUTADOR E A CIÊNCIA

Enquanto o cinema utilizava esses recursos com fins artísticos, a ciência aproveitava suas facilidades em pesquisas científicas de processos temporais, usando o computador como ferramenta da aceleração de simulação de eventos longos, impossíveis de serem percebidos em tempo real pelo ser humano. Como escreveu Rosebush:

“Animation strikes to the heart of computer graphics because it allows the researcher or artist to use the temporal axis to explore variance. (...) Tacit here is an understanding of sculpting temporal events; this distinguishes animation from static graphic software; functional control of temporal parameters are almost as fundamental as color, 2 or 3d objects, or pixels.” (1992:40)

Daí a importância do desenvolvimento da animação por computador pela ciência, uma vez que possibilitou estudos de simulação de realidade e o encurtamento dos experimentos de longa duração. Um bom exemplo disso é o talvez primeiro filme de animação criado no computador que ilustra o resultado de um experimento, chamado *Simulation of A Two-Gyro, Gravity Gradient, Attitude Control System* (fig.4). A animação de *Edward Zajac*, foi criada na *Bell Telephone Laboratories* em 1963, e simulava a mudança da orientação de um satélite artificial em órbita da Terra de acordo com a influência da gravidade sobre seu corpo. O satélite e a Terra eram representados em 3d, mas eram formados somente por linhas (ou *wireframes*) sem qualquer preenchimento. Já em 1968, o filme *1984* criado para a Nasa em 3d, que simulava as operações de um futuro foguete espacial, foi talvez a primeira animação a apresentar objetos sólidos coloridos e sombras poligonais⁶. Também muito referenciada na literatura sobre animação computacional é a empresa de desenvolvimento de aeronaves Boeing, que mantinha um departamento de pesquisas em computação e simulações gráficas de vôo. Nela, o co-fundador dos estúdios *Pixar*, *Loren Carpenter*, gerou, em 1980 a animação *Vol Libre* (ver anexo 3), na qual a câmera simulava um vôo entre montanhas geradas em 3d a partir de pequenas estruturas geométricas e randômicas, usando geometria fractal⁷ pela primeira vez. O filme tem aproximadamente dois minutos e cada um de seus fotogramas levou

⁶ “Polygonal shading or faceted surface shading assigns a single and constant value to each visible polygon on the surface, according to the angle of its normal in relation to the light. (...) Faceted shading is the simplest type of shading and also the fastest because it uses only one surface normal per polygon to determine the shading for the entire polygon.” –KERLOW, Isaac. *The art of 3D Computer Animation and Effects 3rd Ed.* New Jersey: John Wiley & Sons Inc., 2004, p.228

⁷ De modo simplificado, a geometria fractal é um algoritmo de geração de modelos de objetos orgânicos a partir da subdivisão da estrutura de um objeto simples, seguindo padrões pré-estabelecidos em conjunto com valores aleatórios. Esse sistema levou ao desenvolvimento dos sistemas de comportamento de partículas. LUCENA (2001:287)

entre 20 e 40 minutos para ser renderizado por um computador modelo *VAX-11/780*, da *Digital Equipment Corporation*. Além disso, filmes como *Hancock Airport* e *Highway Interchanges* simulavam a neblina, um grande avanço para as artes gráficas, dado que o uso de transparências e objetos translúcidos ainda era um problema (em 1982, por exemplo, a equipe de TRON enfrentou uma situação difícil ao desenvolver a *Nave solar*, ou *Solar Sailor* (fig.5), nome oficial em inglês, na qual os personagens *Tron* e *Yori* são levados ao computador central para destruí-lo. Por suas grandes asas serem translúcidas, o departamento de efeitos especiais chegou a ficar preocupado com o prazo de lançamento do filme, devido ao tempo gasto para gerar este efeito).

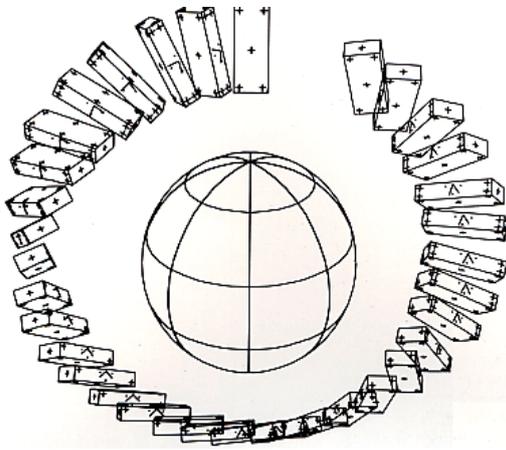


Fig.4: Fotografia da animação *Simulation of A Two-Gyro, Gravity Gradient, Attitude Control System*

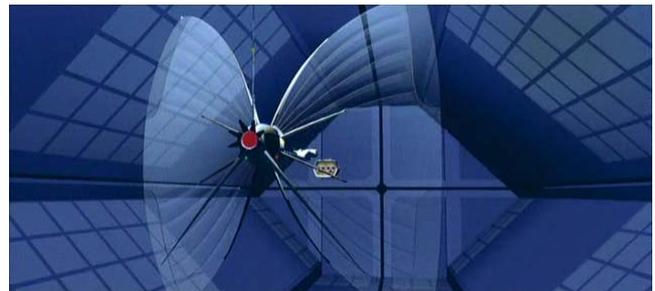


Fig.5: Fotografia do filme TRON, mostrando a Nave Solar e suas asas transparentes

4.4. O COMPUTADOR E A ARTE

Junto com o desenvolvimento da computação gráfica para fins científicos, artistas que estudavam suas potencialidades utilizavam seus recursos em suas criações, ajudando na disseminação dessas linguagens para um público maior. Um dos casos mais antigos do uso de computação como elemento gráfico em produções artísticas (isso antes da computação gráfica, deve-se ressaltar), é o da norte-americana *Mary Ellen Bute* (fig.6), uma das primeiras artistas mulheres a produzir animações experimentais. Em busca por uma linguagem que pudesse representar visualmente a beleza dos sons, trabalhou em parceria com vários cientistas que a ajudaram no desenvolvimento de mecanismos de geração e controle de imagens pelo computador, para serem usados em seus curtas. *Leon Theremin*, um especialista em eletrônica,

a ajudou na criação de um sistema de livre controle de luz e formas em movimento, sincronizados com o som. À mesma época o pintor, músico e matemático *Joseph Schlinger* auxiliou-a na produção do curta *Parábola*, de 1938, com sua teoria de composição matemática aplicada à arte cinética. Mas foi em parceria com *Ralph Potter*, da *Bell Telephone Laboratories*, que Mary Ellen propôs o uso do osciloscópio, um aparelho eletrônico usado para testar rádio, TV e equipamentos de radar. O cientista projetou então um circuito que permitia o controle das imagens pela artista, visualizados por um monitor de tubo de raios catódicos (CRT), enquanto ela as fotografava quadro-a-quadro (fig.6). A técnica foi usada em vários de seus curtas, incluindo *Mood Contrasts* de 1956 e *Abstronic* de 1954.

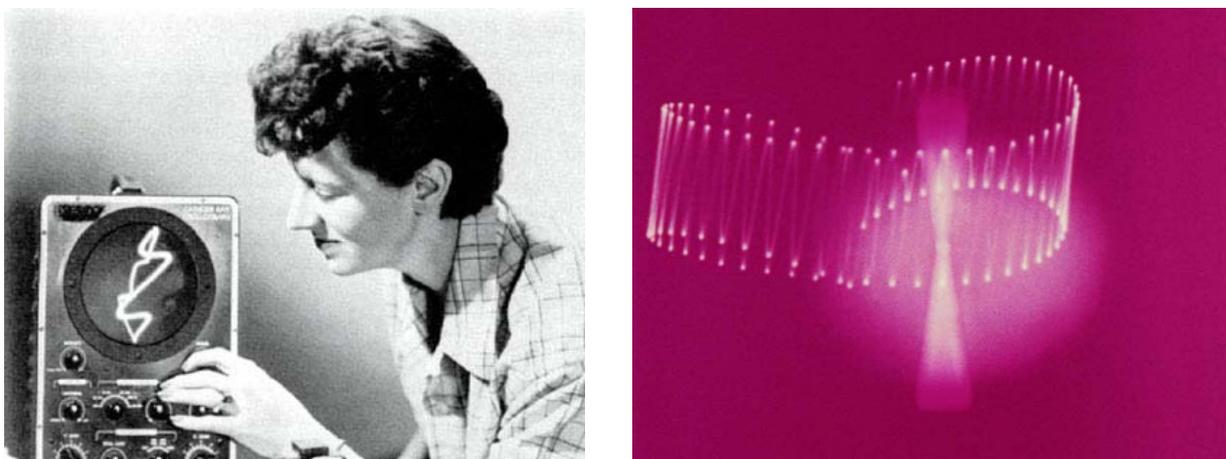


Fig.6: Acima, a artista Mary Ellen Bute e seu instrumento de trabalho, o osciloscópio, por onde controlava os feixes de luz e criava suas animações quadro-a-quadro. À direita, fotograma de *Mood Contrasts*, gerado com o equipamento.

À técnica de Mary Ellen se assemelha muito a de *John Whitney*, que em meados de 1950 desenvolveu o primeiro equipamento de computação gráfica com fins artísticos. Para isso ele utilizou um computador analógico encontrado num descarte, usado na Segunda Guerra para controlar canhões antiaéreos. Alguns exemplos de trabalhos que podiam ser realizados com esse equipamento são exibidos em seu portfólio *Catalog*, de 1961 (ver anexo 4). Whitney trabalhou em parceria com o desenhista *Saul Bass* na criação da abertura do filme *Vertigo* (*Um Corpo que Cai*), de *Hitchcock*, lançado em 1958 (fig.7). A seqüência mostra o olho da personagem principal, de onde várias curvas *Lissajous* (desenhos resultantes da combinação de dois movimentos harmônicos, descobertas pelo francês *Jules A. Lissajous*, também usados por Bute), geradas por computador, surgem e avançam em direção ao espectador. Essa abertura é muito referenciada até hoje, por ter tido muito sucesso em dar ao

filme, logo no início, a sensação desejada pelo diretor de tensão e um quê de desequilíbrio psicológico, características essenciais à trama.



Fig.7: Fotograma da abertura de *Um Corpo que Cai*, feita por John Whitney com concepção de Saul Bass.

John Whitney também trabalhou conjuntamente com *Jack Citron*, da IBM, com quem desenvolveu o filme *Permutations*, em 1966 (ver anexo 5); filme abstrato em que vários pontos se movem em direções e a velocidades distintas seguindo leis naturais programadas por um computador modelo *2250 CRT*. A captação das imagens foi feita filmando diretamente a tela do computador e a sua coloração por meio de impressora ótica.

Alguns anos antes *Kenneth Knowlton* desenvolveu uma linguagem de programação chamada *BEFLIX*, com a qual era possível trabalhar a geração de imagens por pontos (pixels), e não por formas vetoriais⁸, como normalmente era feito. O vídeo instrucional *A Computer Technique For The Production of Animated Movies* (fig.8) foi produzido, dando orientações sobre o trabalho com este novo programa. A cor não fazia parte de sua linguagem; somente tons de cinza. De 1964 a 1967, Ken trabalhou juntamente com o cineasta *Stanley Vanderbeek* na produção de uma série de oito curtas experimentais chamados *Poemfield* e no curta *Man And His World*, que foi apresentado na Expo '67 em Montreal. Os filmes mostram textos e formas abstratas com cores fortes. A composição das imagens e sua coloração foram feitas posteriormente à filmagem, por meios óticos.

Uma tecnologia um pouco diferente é o *Slit Scan*, técnica de geração e gravação ótica de imagens em película. É uma animação criada quadro-a-quadro e seu princípio é baseado no movimento relativo da câmera em relação a uma fonte de luz, combinada com um alto tempo de exposição. O processo tem as seguintes etapas:

1. Um desenho colorido é feito sobre um suporte transparente
2. Este suporte é colocado sobre uma mesa de luz e coberto com uma máscara opaca onde recortes finos (*slits*) foram feitos para liberar a passagem de luz

⁸ Na verdade, os pixels eram criados por pequenos vetores que, de tão pequenos, se transformavam em pontos na tela.

3. a câmera (colocada no topo de uma rampa vertical e descentralizada em relação aos *slits*) tira uma fotografia enquanto se move pela rampa. O resultado: no topo da rampa, quando está distante, a câmera tira uma foto bem precisa do *light slit*. Essa imagem fica progressivamente maior e produz uma trilha de luz que dá profundidade à imagem.
4. Estes passos são repetidos para cada imagem, movendo levemente a máscara, o que ao mesmo tempo produz variação nas cores assim como variação da posição da luz, criando assim a animação.⁹

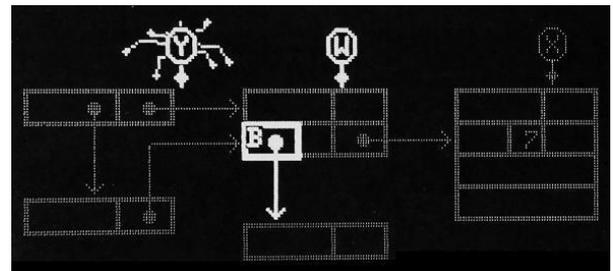
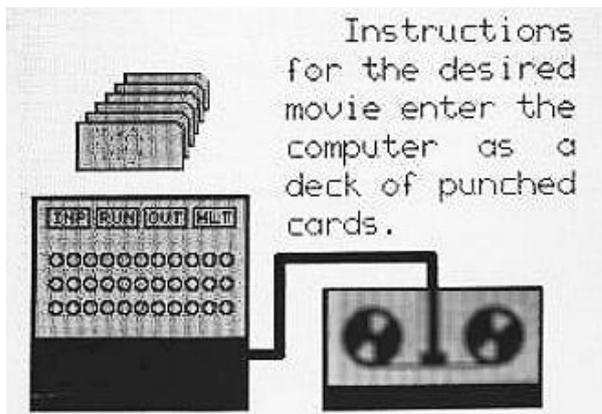


Fig.8: À esquerda, fotograma de A Computer Technique For The Production of Animated Movies. Acima, fotograma de vídeo da pesquisadora da Bell Labs Laurie Spiegel, ilustrando os processos do programa.

O computador nesse caso pode ser usado para automatizar os movimentos e controles da câmera e da máscara. Como a animação é feita quadro-a-quadro, o seu uso só serve para acelerar o processo, e não para interpolar quadros-chave ou gerar informação automaticamente. Abaixo temos um exemplo dado por Rosebush de uma possível programação para uma animação em *slit-scan*, onde se vêem os comandos a serem operados pelo computador a cada fotograma, não possuindo variação alguma durante todo o processo.

```

Set initial position of artwork
Repeat frames = 1 to 100
  Translate artwork up some small Constant amount
  Position slit at the bottom of frame
  Position camera to zoomed out position
  Open the real camera shutter
  Repeat slitincrements = 1 to 1000

```

⁹ . WIKIPEDIA.ORG. Disponível em: <<http://en.wikipedia.org/wiki/Slit-scan>>. Acesso em 24 de outubro de 2009

Transtae slit up to 1/1000 of frameheight
 Zoom camera in 1/1000 of zoom distance
 End repeat
 Close the real camera shutter
 Frame advance
 End repeat

(1992:24)

Essa técnica foi aplicada ao cinema por *Douglas Trumbull* na famosa seqüência “*stargate*”, ao final do filme *2001: Uma Odisséia No Espaço*, de 1968 (fig.9). Também foi muito usada na série *Star Trek: The Next Generation*, de 1987, nas cenas em que a nave *Enterprise-D* fazia um *warp drive*. Nesse último caso, devido ao grande tempo consumido e alto custo de criação do efeito, somente três cenas foram criadas e reutilizadas em toda a série.

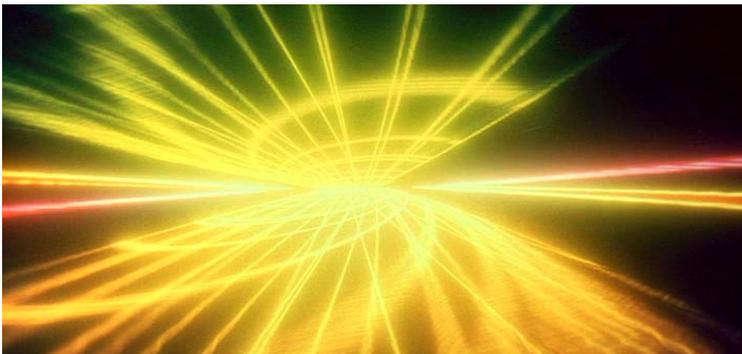


Fig.9: Fotograma da seqüência Stargate do filme *2001: Uma Odisséia No Espaço*. As formas abstratas foram produzidas por meio do Slit-Scan, por Douglas Trumbull.

Assim como o *slit-scan* foi desenvolvido basicamente para o uso artístico (e não científico), várias outras técnicas o foram. Não é à toa que a *Academy of Motion Pictures Arts And Sciences* criou já em 1931 (na quarta edição do *Oscar*®) o *Scientific & Technical Awards*, prêmio dado aos cientistas que colaboram no desenvolvimento de novas ferramentas tecnológicas para o cinema. A criação desta premiação mostra como ciência e cinema sempre andaram de mãos dadas, sendo impensável a separação da arte e das tecnologias que tornam possível sua produção. Hoje em dia os departamentos de efeitos especiais que antes pertenciam aos grandes estúdios de cinema já deram lugar a empresas especializadas na produção de efeitos especiais, analógicos ou digitais. Essas empresas começaram a surgir na década de 60 e ajudaram a revolucionar o uso da computação como instrumento de criação gráfica. Exemplos são a III (*Information International, Inc.*), de 1962, a *Industrial Light and*

Magic, de 1975, *MAGI (Mathematics Application Group, Inc.)*, de 1966 e *Digital Effects Inc.*, que tem entre seus fundadores Judson Rosebush.

Essas empresas ajudaram no desenvolvimento e uso das últimas tecnologias em computação gráfica, tendo, entre vários outros feitos, sido as primeiras a criarem personagens em 3d para filmes, a usar a tecnologia do *motion blur* e sistemas de animação de partículas¹⁰, a desenvolver a técnica de *ray tracing*¹¹, e utilizar o efeito *morph*. Essas companhias acabaram marcando um ponto especial da história da computação gráfica ao trabalharem juntas no filme *TRON*. Outros filmes, porém, também viraram referência nesta linha do tempo, como *Young Sherlock Holmes*, de 1985, que apresentou o primeiro personagem totalmente gerado em computador dentro de um filme de ação ao vivo, o *Stained Glass Man*. O *Segredo do Abismo*, do grande entusiasta da computação gráfica *James Cameron*, apresentou em 1989 o primeiro personagem 3d num filme de ação real¹², o *Pseudopod* (fig.10). O *Pseudopod* é um ser de forma indefinida formado puramente de água do mar, e que, na sua aparição no filme, adquire as feições dos personagens *Bud* e *Lindsay*. Para isso foi usada tecnologia do *scan 3d* de 180° do rosto dos atores e animação de seu modelo virtual no computador. Um personagem similar a esse é o robô *T-1000*, de *O Exterminador do Futuro 2* (também de *Cameron*), por ser formado por um material líquido que consegue se transformar em qualquer coisa. Todas essas referências foram cruciais para a decisão de *Steven Spielberg* pelo uso do computador para a geração dos dinossauros do filme *Parque dos Dinossauros*, de 1993, que desta vez lançou a era do uso da animação ultra-realista em 3d nos filmes de *Hollywood*. Todos esses feitos acima listados foram realizados pela *Industrial Light And Magic*, do cineasta *George Lucas*, empresa criada para a produção dos efeitos dos três primeiros filmes da série *Guerra Nas Estrelas*, devido ao fechamento do departamento de efeitos especiais da *20Th Century Fox* logo após a liberação da produção de *Guerra Nas Estrelas: Episódio IV – Uma Nova Esperança*. Hoje considerada uma das líderes do mercado de efeitos digitais por sua enorme

¹⁰ primeiramente usados no filme *The Adventures of André and Wally B.*, animação em 3d de 1984 feita pelo então chamado *Lucasfilm Computer Graphics Project*. Além disso, os efeitos de compressão e esticamento foram desenvolvidos a partir de sistemas que trabalhavam somente com modelagem a partir de formas básicas e rígidas.

¹¹ Técnica de geração de imagens traçando o caminho da luz através dos pixels em um plano imagético, polígono a polígono ou pixel a pixel. Os estudos da *MAGI* (que foi originalmente criada para pesquisar a exposição a radiação nuclear e rastreamento de radiação de sua fonte para seu entorno) resultaram na criação do programa *SynthaVision*, que foi modificado para calcular o trajeto da luz, ao invés da radiação, e passou a ser usado no cinema. O *ray tracing* é capaz de simular vários efeitos óticos, como reflexão, refração, difusão e aberrações cromáticas, possibilitando a criação de imagens ultra-realistas.

¹² A diferença entre o personagem de 1985 e o de 1989 é que, no primeiro caso, apesar de ser um personagem 3d, ele é formado por placas de vidro e sua animação é basicamente uma animação de recorte. Além disso, o homem de vidro não tem expressões e seu volume é dado somente pela espessura do vidro. Já o *Pseudopod*, é formado por água, possui uma estrutura única e maleável, e também é capaz de criar expressões faciais ao imitar os rostos dos atores.

produção e desenvolvimento de novas tecnologias (seu histórico possui 22 nomeações e 15 Oscars® de melhores efeitos especiais, 19 nomeações e 14 prêmios BAFTA® de melhores efeitos especiais, e 19 Scientific And Technical Awards), a *ILM* possui uma nova rival em sua área: a *Weta Digital*, criada em 1993 e sediada na Nova Zelândia. Entre outros empreendimentos, a empresa desenvolveu o programa *MASSIVE*, usado para animar milhões de agentes autônomos¹³ nas imensas cenas de batalha da trilogia *O Senhor dos Anéis*. Posteriormente, o programa *CityBot* foi criado para possibilitar a reconstrução em um ambiente virtual da Nova Iorque de 1933, para o filme *King Kong* de 2005. O pêlo do gorila também exigiu o desenvolvimento de um novo programa de modelagem e simulação. Várias ferramentas que combinam técnicas interativas e procedurais foram criadas, o que permitiu a deformação dos seus 460 bilhões de pêlos pelo vento e a sua interação com outras superfícies. Novos métodos de iluminação e sombreamento possibilitaram a reflexão e difusão da luz entre os fios de cabelo, dando um caráter hiper-realista ao personagem. Cada fotograma contendo todas essas informações ocupava aproximadamente 2 gigabytes de dados.



Fig.10 Acima, fotografamas de Young Sherlock Holmes, mostrando o Stained Glass Man, um cavaleiro composto de placas de vidro, sem profundidade e cuja expressão do rosto é fixa. Abaixo, fotografama de O Segredo do Abismo, mostrando o volume e expressão do Pseudopod. Seu rosto imita o da personagem Lindsay.

¹³ “In artificial intelligence, an intelligent agent (IA) is an autonomous entity which observes and acts upon an environment (i.e. it is an agent) and directs its activity towards achieving goals. Intelligent agents may also learn or use knowledge to achieve their goals. They may be very simple or very complex: a reflex machine such as a thermostat is an intelligent agent, as is a human being, as is a community of human beings working together towards a goal.” - WIKIPEDIA.ORG. Disponível em: <http://en.wikipedia.org/wiki/Intelligent_agent#cite_note-0>. Acesso em 26 de outubro de 2009

4.5. INCORPORAÇÃO E CRIAÇÃO DE MODELOS E CONCEITOS NA COMPUTAÇÃO GRÁFICA

Ao longo da história do uso da computação na geração de imagens estáticas ou em movimento e do desenvolvimento de novos programas, vários modelos e conceitos foram sendo forjados, tendo sido inspirados tanto nas referências dos trabalhos manuais quanto nas necessidades impostas pelas novas ferramentas. O caso do *Sketchpad* de *Ivan Sutherland*, criado em 1963, foi marcante. Primeiro por ser o primeiro programa de computador a trabalhar com uma rica interface gráfica, que, ainda por cima, era interativa e trabalhava com uma caneta de luz¹⁴, e depois por seus vários recursos, como o *trabalho orientado por objetos*, que permitia a criação de um objeto matriz que poderia ser multiplicado, sendo copiado e importado para outras áreas de trabalho. Assim, ao se desejar modificar todos os objetos equivalentes, bastava alterar a matriz e o resultado seria visto em todas as áreas onde suas cópias estivessem posicionadas. Os desenhos eram vetoriais e poderiam usar cálculos do computador para serem feitos. Com isso era possível criar um círculo perfeito bastando desenhar seu raio. A imagem poderia ser automaticamente modificada com a determinação de novos valores e regras. O computador também podia perceber falhas em desenhos com linhas irregulares a transformá-los em formas perfeitas, corrigindo automaticamente ângulos e comprimentos das linhas. Uma última capacidade deste programa era a de produzir desenhos simples em três dimensões, que eram visualizados em telas divididas em 4 partes, onde se viam seus eixos X, Y e Z e um outro ponto de vista inclinado definido pelo usuário (ver anexos 6.1 e 6.2). Essas funções hoje são facilmente encontradas em programas como *CorelDraw®*, *Adobe® Illustrator®* e *Autodesk® Maya®*. O sistema *GENESYS*, por sua vez, foi especialmente projetado pelo *Massachusetts Institute of Technology* para a produção de animações, em 1967 e apresentou o uso da *tablet*; uma linha do tempo onde se demarcavam os quadros-chave; a interpolação e espelhamento de movimentos de objetos (que também eram matrizes); a deformação de objetos (esticar, comprimir, aumentar e diminuir); a captura de movimentos em tempo real pela *tablet*; a leitura, deformação, cópia e reposicionamento de gráficos de movimento em uma linha do tempo; o conceito de célula transparente e sobreposição de camadas e o *motion path* (ver anexos 7.1 e 7.2). Esses conceitos hoje são básicos em qualquer ferramenta de edição de vídeos, como o *Final Cut* ou *Adobe® Premiere®*.

¹⁴ Caneta de luz é um dispositivo em formato de caneta que lê o nível de luz e sombra da tela do computador, na medida em que o seu usuário desenha ou interage com um determinado programa apontando-a ou tocando a tela. Baseado na leitura das posições X e Y, a máquina traduz a informação de sua localização e cria sua imagem, dando a impressão de se desenhar no próprio monitor.

Um exemplo ainda melhor, porém, é o programa *Adobe® After Effects®*; um dos que mais se assemelha à interface original do GENESYS e que mais se utiliza de todos esses conceitos ao mesmo tempo em sua interface. Para trabalhar neste programa, o animador os utiliza quase todos praticamente de uma vez, já que atualmente são básicos para um processo de produção prático e rápido. Além disso, seu ambiente tridimensional funciona quase exatamente como o programa desenvolvido por *Marc Levoy* pela *Cornell University* (fig.11), que simula a câmera de múltiplos planos de Disney, trabalhando com camadas sobrepostas a distâncias especificadas pelo animador (apesar de extensa procura, não foi possível encontrar o nome desse programa, o que leva a crer que ele não chegou a ser batizado). Essas camadas podiam ser rotacionadas em seus 3 eixos e vistas em perspectiva de um ponto exterior ao cenário, tornando possível ver e configurar o ângulo de visão da câmera e o ponto de vista do observador imaginário. O programa de Levoy foi usado pelos estúdios *Hanna Barbera*, que o viram como a solução para o previsto fim de suas atividades de produção de animação tradicional devido aos seus altos custos. Até 1996, vários episódios de *Os Flintstones*, *Scooby-Doo* e outras séries de animação foram produzidos com este sistema¹⁵. Este conceito de planos múltiplos constitui a base de respeitadas sistemas profissionais da atualidade.

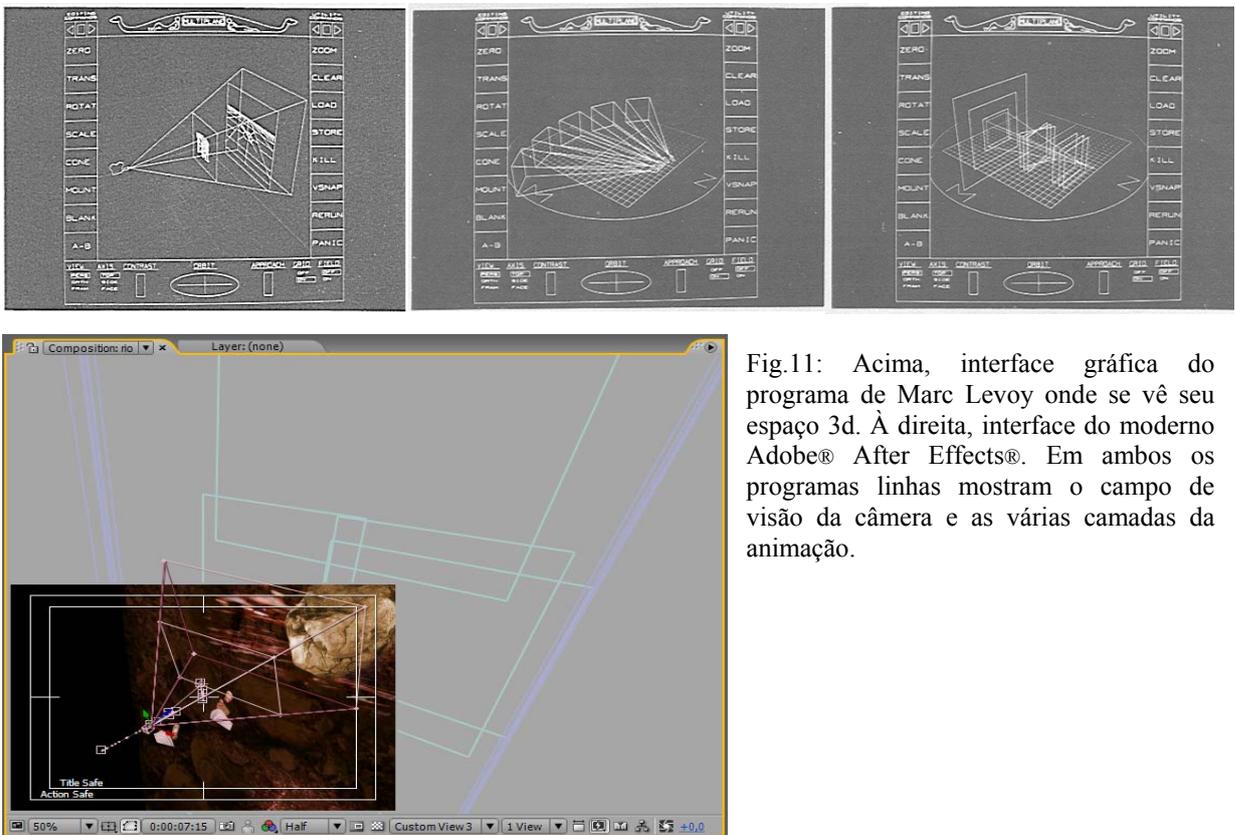


Fig.11: Acima, interface gráfica do programa de Marc Levoy onde se vê seu espaço 3d. À direita, interface do moderno Adobe® After Effects®. Em ambos os programas linhas mostram o campo de visão da câmera e as várias camadas da animação.

¹⁵ STANFORD COMPUTER GRAPHICS LABORATORY. Marc Levoy's Home Page. Disponível em <<http://graphics.stanford.edu/~levoy/>>. Acesso em 27 de outubro de 2009

5. COMPUTAÇÃO VERSUS CRIAÇÃO

Mas por mais que ao longo do tempo o computador tenha evoluído a ponto de ser hoje um elemento fundamental na produção audiovisual, ele sempre foi usado como uma ferramenta, que, independentemente de toda sua competência, não possui uma consciência que leve seus trabalhos a serem considerados obras de arte. Lucena, em seu livro, enfatiza sempre que possível que a arte sempre será humana e servirá como um abridor de novos rumos das novas tecnologias que surgem por aí. Diz também que o computador “procura reproduzir com exatidão o procedimento verificado na animação clássica” (2001:314), substituindo serviços que antes eram automatizados por pessoas pelo trabalho da máquina e disponibilizando novas ferramentas a serem usadas criativamente. Completa afirmando:

“A animação (da mesma forma que o desenho, a pintura e a escultura) não tem sua existência condicionada a um artefato específico, o que reafirma ainda mais sua condição de arte, enquadrando a computação gráfica na perspectiva correta de serviço que vem integrar-se à galeria de recursos técnicos, ampliando as possibilidades expressivas dessas categorias artísticas (a computação gráfica também não se resume a um artefato, sendo a soma de um conjunto de técnicas e tecnologias)”. Não deve haver engano: não se discute o determinismo tecnológico na existência e cultura humana, mas a arte, como já dissemos, encontra-se na mente do homem – a técnica está aí (ou é desenvolvida) para concretizá-la.” (2001:206)

Em uma entrevista para um documentário (ver anexos 8.1 e 8.2) a compositora Laurie Spiegel (que trabalhou na Bell Labs e afirma poder requerer a autoria do primeiro programa de computador a trabalhar com pixels) afirma que as pessoas se esquecem, mas os computadores, assim como qualquer tecnologia, foram desenvolvidos originalmente como ferramentas para economia de trabalho, e que o grande potencial desta tecnologia, além de tornar certas coisas mais fáceis está no fato de ela abrir muitas novas possibilidades, permitindo tornar realidade uma gama muito maior daquilo as nossas mentes conseguem visualizar.

Para ilustrar estas afirmações temos o caso de *Hunger/La Faime* (ver anexos 9.1 e 9.2), de 1974. Animação de *Peter Foldes* criada em plataforma *MSGEN*, inteiramente com movimentos interpolados e *morph*. Apesar de toda a automatização, foi o primeiro filme feito no computador a receber uma indicação ao Oscar® de melhor curta de animação. O que certamente neste caso foi levado em consideração não foi a técnica, mas as qualidades artísticas de seu criador e sua habilidade de aproveitar dos sistemas automatizados do

computador criativamente de modo a criar uma atmosfera estranha e única, mantendo, assim, uma unidade estética e conceitual e tornando a obra ainda mais expressiva.

6. O USO DO COMPUTADOR NA PRODUÇÃO DE “SIGA O PÉ”

Ao fazer meu filme, “Siga O Pé” (ver anexo 10), tive vários desafios. Como a idéia era criar uma animação de recortes, essa seria minha primeira experiência com a técnica. A animação mostraria duas pernas vistas de cima (quase uma imagem subjetiva do personagem principal) realizando vários tipos de movimentos (caminhada, corrida, natação, escalada, etc) e eu deveria estar atento à qualidade dessa movimentação, pois queria que a sensação do espectador fosse a de um movimento real. O uso do espaço 3d do programa Adobe® After Effects® CS3 proporcionou maior realismo na animação por permitir inclinações e deformações das imagens de acordo com as configurações da câmera usada e sua posição no cenário virtual.

As pernas são compostas por três camadas: a coxa, a batata e o pé, cada uma conectada à camada superior. Desse modo, ao modificar a posição da coxa, por exemplo, a batata e o pé automaticamente a acompanham, podendo ainda ser animadas independentemente. Um grande facilitador de toda a produção de filme foi o fato de somente uma das pernas ser animada em todas as cenas. A perna oposta é sempre uma cópia invertida da primeira, já pronta.

Os cenários também são compostos por camadas (fig.12). Em todas as cenas vários elementos independentes se juntam para formar um cenário, como, por exemplo, na cena da estrada de terra: O chão visto por cima é uma imagem plana inclinada de modo a ocupar o campo de visão da câmera e de criar perspectiva durante sua movimentação. Após a câmera levantar-se a 90°, vê-se o chão fundido a uma fotografia de paisagem sem inclinação em relação do ponto de vista do personagem. A estrada da foto tem a mesma angulação da imagem da estrada em perspectiva, em relação à câmera, tornando-a contínua. Além disso, várias imagens de árvores e plantas foram mescladas na composição final, quando a câmera gira 180° e mostra a paisagem de fundo, composta por várias outras imagens, e que possui um caminhão em movimento, sendo a sua fumaça formada por duas camadas de vídeo, com

efeitos de cor e máscaras, inseridas de modo a dar a impressão de estarem sendo criadas pelo veículo.

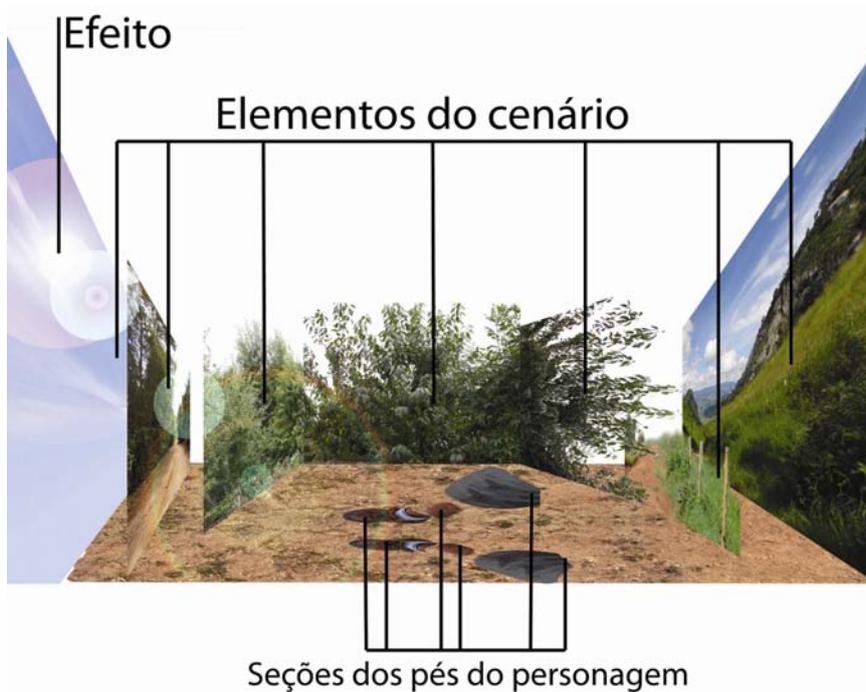


Fig.12: À esquerda, cenário composto por várias camadas. Esta montagem simula um dos cenários do filme Siga O Pé, mas não corresponde ao real, que possui muito mais elementos. Abaixo, visão panorâmica montada com fotogramas (visão da câmera).



O computador teve como função gerenciar a complexidade das cenas geradas no programa After, que envolvem vários efeitos (como o brilho da lente - ou *lens flare* - , *motion blur*, efeitos de foco da câmera, *chroma key*, correções de cor e animação de partículas), composição de fotos e vídeos (vídeos foram usados para elementos orgânicos de difícil animação – como água, fumaça e *timelapse* do céu com nuvens - , e também para dar maior realismo aos detalhes das cenas), elementos pesados (vídeos e imagens de altíssima resolução), e animação desses elementos em um cenário 3d. Cada cena do filme gastou em média 40 a 50 minutos para ser renderizada num computador AMD 64X 4200+ dual core de 2.21GHz e 2Gb de RAM. As cenas foram divididas em dois projetos “.aep” do After e um terceiro foi criado somente para a animação das transições a partir dos vídeos sem-compressão gerados nos outros projetos. Os projetos das cenas são tão pesados e possuem tantos elementos

que levam alguns minutos para serem abertos e travam com frequência na configuração utilizada.

A animação dos elementos foi quase totalmente feita por interpolação, exceto em algumas cenas específicas em que houve necessidade de correções nos movimentos gerados automaticamente pelo computador. Um exemplo disso é a cena da estrada de terra, em que parte do movimento das botas precisou ser feita quadro-a-quadro, pois os passos não estavam bem resolvidos. Em muitos momentos a interpolação teve de ser corrigida nos gráficos de movimento, um trabalho manual complicado e meticuloso, com o fim de eliminar a descontinuidade da fluidez dos movimentos (fig.13).

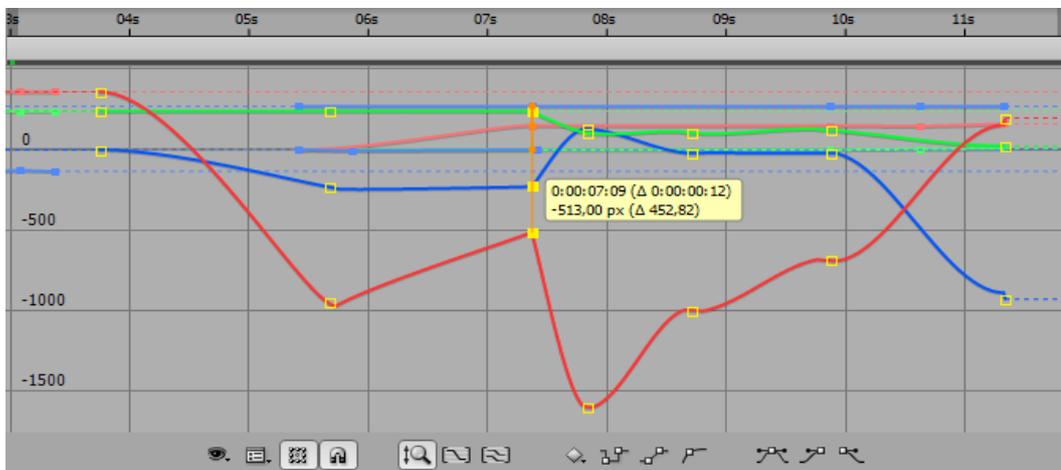


Fig.13: Gráfico dos movimentos da câmera da cena da estrada de terra. Cada uma das linhas coloridas representa um tipo de movimento diferente (tilt, pan, rotação por eixo e posição no espaço tridimensional) e cada ponto amarelo representa um quadro-chave. As curvas mostram a continuidade dos movimentos. Quando a linha entre um ponto e outro é reta, o movimento não é suavizado (acelerado ou desacelerado).

Uma grande ferramenta do After é seu espaço 3d, que além da organização dos elementos em camadas, possibilitou a construção de movimentos de câmera complexos, e a sua viagem pelo cenário, como no caso da primeira cena, em que de cima de um prédio em uma grande cidade, a câmera atravessa a fumaça, entra pela tubulação de ventilação e chega ao escritório do personagem, se aproximando até mostrar seu relógio de pulso em detalhes. Na cena em que os pés escalam um barranco esta ferramenta foi muito importante para criar a sensação da queda, após o escorregão do personagem. O fato de estar trabalhando num espaço 3d tornou o trabalho muito mais complexo por exigir uma maior elaboração da composição dos elementos, pois os movimentos de câmera poderiam revelar muitas falhas no cenário, estas às vezes imprevisíveis antes de se ter uma pré-visualização da cena. Estes obstáculos foram contornados a partir de várias tentativas e erros, até a obtenção de resultados satisfatórios. Apesar da câmera poder viajar pelo cenário, em algumas cenas optou-se por fazer o cenário

viajar em frente à câmera, como em todas as partes em que o pé caminha. Na cena do píer, no momento do pulo dado pelo personagem, que simula uma cambalhota no ar, a câmera também é mantida parada, enquanto o cenário se move à sua frente (o fundo panorâmico de 270° é constituído de uma imagem plana retangular cuja altura é bem maior que a largura. A rotação da câmera foi simulada com seu deslizamento de cima pra baixo).

A animação procedural¹⁶ também foi usada no filme em algumas situações. Na primeira, ao passar pela tubulação do ar-condicionado, a câmera treme, assim como no momento do mergulho, dessa vez mais suavemente, dando a impressão de flutuação na água. O controle dos movimentos foi feito digitando o comando “*wiggle*” no lugar dos valores da posição da câmera. Após sua entrada, digitou-se os valores (x,y) , sendo “x” a quantidade por segundo dos movimentos e “y” a quantidade de pixels a serem movimentados neste ciclo. Ainda nesta última cena, um cardume atravessa a tela. Ele foi criado por um sistema de geração e animação de partículas, sendo que cada uma delas foi substituída por uma de três diferentes imagens de peixes, que, por sua vez, foram geradas pela fotografia de um único peixe. O sistema permite o controle da quantidade de partículas, sua direção, velocidade e espalhamento, além de efeitos de interação com o ambiente e leis da física. Tendo configurado o ponto inicial e final de seu movimento, foi só juntar a animação gerada à composição da cena. Essas centenas de peixes que cruzam a tela em menos de um segundo exigiriam muito mais tempo para serem animadas se não fosse pelo computador e provavelmente nem estariam no filme, caso não houvesse esta ferramenta, por não serem um elemento essencial à cena. Nesse caso, as facilidades e possibilidades do computador ajudaram a dar um pequeno toque final à ação, permitindo a criação de um elemento a mais que ajuda na construção do seu realismo e na manutenção do ritmo do filme, sem necessariamente sustentar por completo essas características.

Outro recurso muito importante usado é o mapa de deformação de imagem, baseado numa imagem em tons de cinza, aplicado à camada escolhida, deformando seus pixels a partir das áreas claras e escuras. O mapa distorce a imagem de acordo com a sua “profundidade”, sendo que o claro representa os picos e o escuro as cavidades. Quanto maior o contraste, mais profundo é o mapa, portanto, maior a distorção da imagem escolhida. Este efeito foi utilizado na cena do rio, em que os pés pulam algumas pedras sobre a água, que

¹⁶ “A procedural animation is a type of computer animation, used to automatically generate animation in real-time to allow for a more diverse series of actions than could otherwise be created using predefined animations. Procedural animation is used to simulate particle systems (smoke, fire, water), cloth and clothing, rigid body dynamics, and hair and fur dynamics, as well as character animation.” - WIKIPEDIA.ORG. Disponível em: <http://en.wikipedia.org/wiki/Procedural_animation>. Acesso em 31 de outubro de 2009

distorce o fundo com a sua corrente. Outro uso do recurso é na penúltima cena, em que, após o mergulho, a câmera mostra uma paisagem deformada que aos poucos fica normal, simulando a influência na ótica da água escorrendo por suas lentes. Nos dois casos os efeitos foram criados a partir de um outro recurso de animação procedural: o de produção de mapas de deformação a partir da simulação de interação com fluidos. Com este efeito é possível controlar dois pontos que produzem ondulações em uma malha tridimensional, alterando valores de tamanho e formato da fonte, direção, frequência, velocidade e tamanho da onda, e profundidade do “tanque” onde o fluido se encontra. As ondas interagem entre si e podem também interagir com objetos do cenário (fig.14).

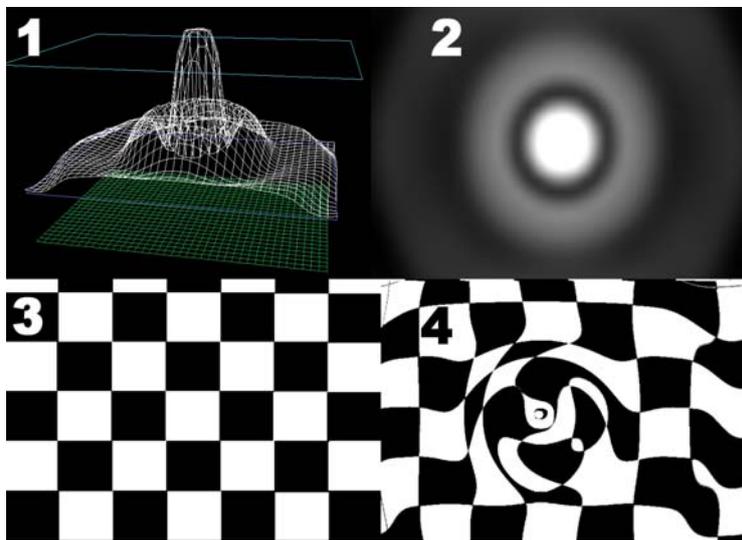


Fig.14: o número 1 mostra a malha do fluido a ser configurado, gerando o mapa de deformação da imagem (2). Ao aplicar o efeito numa imagem normal (3), ela se distorce de acordo com as informações de claro e escuro (4).

As cenas do filme foram produzidas em ordem não-linear à do roteiro, dependendo da sua complexidade e do tempo disponível para sua produção. Todas elas foram renderizadas separadamente no After, tiveram suas cores tratadas e foram posteriormente agrupadas no programa Adobe® Premiere® CS3. O resultado é uma animação de recortes com recursos 3d e elementos gráficos retirados de fotos e vídeos. Compostos com efeitos e recursos automáticos do computador, esses elementos criam cenários quase realistas, que apesar de não esconderem sua artificialidade, têm uma finalização elaborada e uma característica orgânica.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com uma linguagem que classifico somente para o meu trabalho como experimental (uma vez que nunca a utilizei antes), foi possível criar um filme que fala de aventura e busca, aplicando isto também a seu processo de produção, e não somente ao roteiro. A aura parcialmente artificial das cenas assume o caráter fantasioso de tanto desprendimento do personagem, mas não deixa de passar uma mensagem, que não precisa ser entendida ao pé da letra. Aliás, o compromisso do filme como produto, assim como a moral da história contada, é unicamente o de divertir, passar o tempo, e não de provocar pensamentos ou discussões filosóficas.

Após a produção desta animação, recursos até então desconhecidos por mim foram apreendidos e utilizados criativamente, me mostrando possibilidades que jamais imaginava existirem. Tudo isso por meio da ajuda do computador e sua linguagem própria, misturada com os conceitos e sistemas desenvolvidos pela animação clássica. Este trabalho conclui que o computador sempre se fez presente trabalhando de forma colaborativa com as tecnologias de produção de animação, independentemente de seus fins. No caso da ciência, o seu desenvolvimento veio a partir do interesse pela criação da imagem sintética e de desenhos, mas logo possibilitou a análise de processos temporais, transformando o tempo em um elemento essencial no uso da computação gráfica. Já no caso do cinema, a animação de desenhos quadro-a-quadro utilizou recursos que ajudaram a otimizar e operacionalizar seus processos de produção, oferecendo como contrapartida conceitos e métodos próprios a serem usados como referência no desenvolvimento de novas tecnologias de produção gráfica por uso do computador.

Assim como Peter Foldes com *Hunger* e Ken Knowlton e Stanley Vanderbeek com seus *Poemfilelds*, a busca pela expressão por meio da técnica foi a base do meu filme, que utiliza o computador como ferramenta para a criação de uma obra audiovisual, mas que não se prende somente à técnica, apesar de explorá-la a fundo e de me marcar como uma oportunidade de desenvolver conhecimentos muito distantes do que os que eu já possuía. Com certeza, esses conhecimentos serão refletidos e explorados ainda mais nos meus próximos trabalhos, criando mais um círculo virtuoso baseado na infinita relação entre arte e tecnologia.

BIBLIOGRAFIA

BARBOSA JÚNIOR, Alberto Lucena. *Arte da Animação: Técnica e estética através da história*. 2ª edição. São Paulo: SENAC São Paulo, 2005. 456p.

ROSEBUSH, Judson. *A History of Computer Animation*. Disponível em: <<http://www.vasulka.org/archive/Artists5/Rosebush,Judson/HistoryCompAnimation.pdf>>. Acesso em 02 de out. de 2009

GINO, Mauricio Silva. *Uso de Ferramentas de Comunicação E Informação No Ensino E Na Divulgação de Técnicas Cirúrgicas Em Medicina Veterinária*. 2003. 156f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia) - Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2003.

REAS, Casey. *Processing: A programming handbook for visual designers and artists*. Cambridge: The MIT Press, 2007. 736p.

SHIFFMAN, Daniel. *Learning Processing: A beginner's guide to programming images, animation and interaction*. Burlington: Morgan Kaufmann, 2008, 472p.

KERLOW, Isaac. *The art of 3D Computer Animation and Effects*. 3ª edição. New Jersey: John Wiley & Sons Inc., 2004. 464p.

ZANTE, Daniel. *Animação Algorítmica E O Conceito de Animação*. Disponível em <http://netart.incubadora.fapesp.br/portal/Members/zante/textos/animacao_algoritmica>. Acesso em 16 de outubro de 2009.

STANFORD COMPUTER GRAPHICS LABORATORY. *Marc Levoy's Home Page*. Disponível em <<http://graphics.stanford.edu/~levoy/>>. Acesso em 27 de outubro de 2009.

MEDIARTHISTORY. Disponível em <<http://mediarthistories.blogspot.com/2008/08/io9-post-on-john-whitney-douglas.html>>. Acesso em 23 de outubro de 2009.

SAUL BASS. Disponível em <<http://www.saul-bass.com/>>. Acesso em 21 de outubro de 2009.

THE DESIGN OBSERVER GROUP. *A lesson from spirograph*. Disponível em <<http://www.designobserver.com/observatory/entry.html?entry=6847>>. Acesso em 18 de outubro de 2009.

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ЭТЮДЫ. *Кошечка*. Disponível em <<http://www.etudes.ru/ru/mov/kittie/index.php>>. Acesso em 15 de outubro de 2009.

THE ACADEMY OF MOTION PICTURE ARTS AND SCIENCES. *About the scientific and technical awards*. Disponível em <<http://www.oscars.org/awards/scitech/about/index.html>>. Acesso em 23 de outubro de 2009.

MATHEMATICS APPLICATIONS GROUP, INC. (MAGI). *Synthavision*. Disponível em <<http://design.osu.edu/carlson/history/tree/magi.html>>. Acesso em 24 de outubro de 2009.

WEBBOX. *Computer graphic timeline 1945-2000*. Disponível em <<http://www.webbox.org/cgi/1954%20Mary%20Ellen%20Bute.html>>. Acesso em 2 de novembro de 2009.

LEVOY, Marc. *A Color Animation System Based On The Multiplane Technique*. Disponível em <<http://graphics.stanford.edu/papers/multiplane/levoy-multiplane.pdf>>. Acesso em 2 de novembro de 2009

LAURIE SPIEGEL'S RETIARY RAMBLINGS. Disponível em <<http://retiard.org/ls/>>. Acesso em 20 de outubro de 2009

BURNET, ROBERT MAYER. *The Making of TRON*. [vídeo]. Produção de Susan Lee. Disney Enterprises, 2001. DVD, 88min. Documentário.

MARSH, Ed W.. *Under Pressure: Making "The Abyss"*. [vídeo]. Produção de Van Ling; Nancy T. Nyberg. Lightstorm Entertainment, 1993. DVD, 59min. Documentário.

BOUZEREAU, Laurent. *The Making of Close Encounters of The Third Kind*. [vídeo]. Produção de Laurent Bouzereau. CTHV Home Video, Inc., 1997. DVD, 100min. Documentário.

The Making of Tim Burton's The Nightmare Before Christmas. [vídeo]. TV Is Ok Productions, DVD, 23min. Documentário.

BOTES, Costa. *The Fellowship of The Rings – Behind The Scenes*. [vídeo]. Produção de Costa Botes. New Line Cinema Home Entertainment, 2006. DVD, 85min. Documentário.