

Proposição de Técnica de Geração Digital de *Kinegrams* como Mídia de Comunicação

Atila S. Oliveira¹, Antônio J. M. Leite Jr¹

¹Instituto UFC-Virtual – Universidade Federal do Ceará (UFC)

Campus do Pici – Fortaleza - CE – Brazil

atilahunico@gmail.com, melo@virtual.ufc.br

Abstract. *The interactive physical artefacts are those whose human interaction is one of the requirements to achieve the full understanding of the information. Broadly used as resources to generate the illusion of animation in the early years of cinema, several techniques were developed using those artefacts, among them this paper highlights the Ombro-Cinema one. It is an analogue animation technique that uses ordinary paper and printing on transparent sheets of acetate, generating the illusion of animation when superimposed. This study investigates how those primitive analogue animation techniques can be rescued and recycled through digital processes, specially the Ombro-Cinema one and the generation of coded figures known as Kinegrams using that technique, as well as it investigates the informative and semiotics potential of those artefacts when it comes to reproduce human gestures and movements. This research also defines initial parameters and guidelines for the generation of Kinegrams through digital processes.*

Resumo. *Os artefatos físicos interativos são aqueles cuja interação humana é um dos requisitos para que a informação seja entendida na sua totalidade. Amplamente utilizados como recursos para gerar a ilusão de animação nos primórdios do cinema, diversas técnicas foram criadas utilizando-se desses artefatos, dentre elas destaca-se o Ombro-Cinema. Essa é uma técnica de animação analógica que faz uso de impressões em papel comum e em folhas de acetato transparente gerando a ilusão de animação quando sobrepostos. Este estudo investiga como essas técnicas primitivas de animação analógica podem ser resgatadas através dos meios digitais, especificamente a técnica do Ombro-Cinema e a geração de imagens codificadas conhecidas como Kinegrams a partir dela, bem como avalia o potencial informacional e semiótico desses artefatos físicos interativos na reprodução de movimentos e gestos humanos. Este trabalho também define parâmetros e diretrizes iniciais para a geração de Kinegrams através de processos digitais.*

1. Introdução

A imagem em movimento sempre fascinou a humanidade, desde seus primeiros ensaios nas paredes de cavernas, passando pelas técnicas analógicas de estereoscopia com seus dispositivos artesanais e ilusões de ótica [Timby 2015] e chegando nos avançados recursos computacionais gráficos modernos, que têm encantado gerações ao longo dos últimos anos. No entanto, além de divertir e entreter, outro uso possível da animação se dá no campo da comunicação. Mecanismos complexos podem ser facilmente explicados com o uso de imagens que se movem. Ao misturar o real com o imaginado, imagens com

texto, o recurso animado pode facilitar a representação de algo real e natural, o que auxiliaria a compreensão do processo representado na peça [Júnior 2005].

A popularização de técnicas digitais modernas de animação, juntamente com o avanço na qualidade e no custo-benefício para a produção de peças de animação, fez com que as novas gerações de espectadores se distanciassem dos produtos gerados por técnicas de animação analógica artesanais. Timby (2015) afirma que essas técnicas primitivas de animação analógica envolvem o uso de artefatos e dispositivos físicos que se utilizam de conceitos ópticos para atribuir vida a imagens estáticas de maneira mais simples. Os fatores hedônicos que causam encanto, surpresa e admiração estão presentes também nessas peças mais artesanais, principalmente quando manipuladas pelo próprio espectador. De acordo com Timby (2001) esses artefatos retiram o público da condição passiva de meros consumidores da obra, alçando-os à condição de usuários, fazendo-os também sentirem-se cocriadores das peças ao manipularem diretamente esses artefatos.

Com o avanço da tecnologia e o surgimento de novos suportes digitais, essas técnicas de animação primitivas podem ser recriadas e resgatadas tendo seu processo de geração otimizados quanto a tempo de produção e qualidade do resultado final, permitindo ainda a aplicação de uma malha de ajustes composta por parâmetros e métricas para controle dos resultados obtidos ao final do processo. Sarcone (2015) batiza de *kinegram* as imagens distorcidas formadas pela interpolação de um conjunto de imagens sequenciais (quadros ou *frames* de uma animação) que ganham vida e parecem se moverem quando sobrepostas por uma grade transparente com listras, esta definição será aprofundada na subseção 2.3 deste trabalho. Parte do processo de geração digital de *kinegrams* utilizado nesta pesquisa diz respeito ao tratamento de imagens digitais. Etapa na qual pode-se definir parâmetros como tamanho da imagem, densidade de pixels, se essa imagem será colorida ou monocromática, quanto de saturação e brilho ela terá depois de tratada, entre outros parâmetros que permitirão mais precisão e controle na hora de fazer eventuais ajustes visando a melhoria do material final.

Sendo assim, este trabalho tem como objetivo propor diretrizes iniciais para o uso da técnica de animação analógica conhecida como Ombro-Cinema para geração de *Kinegrams* através de meios e processos digitais. É também objetivo desta pesquisa identificar e mapear variáveis e pontos de interesses que venham a ser cruciais para refinamento da técnica e para a devida exploração de seu potencial em trabalhos futuros. Por fim, este estudo busca medir os fatores hedônicos e aspectos de usabilidade na manipulação e uso dos *Kinegrams* por usuários reais e seu potencial informativo-comunicativo. O restante deste trabalho se encontra dividido em seis sessões:

- Conceitos Básicos: onde é apresentado o referencial teórico que traz o embasamento necessário para pesquisa e apresenta os conceitos nela utilizados contextualizando os objetivos;
- Trabalhos Relacionados: esta sessão elenca alguns dos principais trabalhos de outros autores que inspiraram, motivaram e serviram de referência para esse experimento;
- Método Proposto: contém em detalhes o procedimento utilizado para criação dos artefatos interativos;
- Avaliação: nesta sessão é apresentada a metodologia utilizada para avaliação do experimento, tanto no caráter de confecção quanto no de uso;

- **Análise dos Resultados:** aqui estão contidas as constatações derivadas das análises e como essas análises foram feitas e a quais dados elas estão relacionadas;
- **Considerações Finais:** esta sessão encerra o trabalho entregando o aprendizado dele retirado e sugerindo os próximos passos em trabalhos derivados que por ventura venham a ser realizados.

2. Conceitos Básicos

Dado o caráter multidisciplinar da pesquisa, faz-se necessário elencar alguns conceitos que guiarão o desenvolvimento e análise do experimento. A começar pelo mais amplo, o campo de estudo da Animação, passando pelas técnicas antigas de animação analógica e a sua relação com os artefatos e dispositivos físicos com suporte à interatividade, convergindo para o surgimento da Arte Óptica e o uso dos *Kinegrams* num período mais contemporâneo.

2.1 Animação

Para este trabalho serão utilizados dois conceitos de animação que, juntos, definem com maior precisão o material e as técnicas utilizadas mais a seguir. O primeiro conceito é de Lowe e Schnotz (2008), que estabelece animação como representações pictóricas que modificam seus aspectos estruturais e propriedades visuais no decorrer de um período de tempo, apresentando uma série de ações perceptíveis e mutantes. Essa definição abrange não somente a questão do movimento e do tempo como determinante de uma animação, mas também situações de mudança de forma, cor ou propriedades (texturas, sombras, cores) que nem sempre são configuradas como um movimento [Alves 2012].

Nesse ínterim, estudos como os de Hegarty e Sarahkriz [Lowe e Schnotz 2008] sugerem que, particularmente, do ponto de vista comunicacional, a animação tem potencial para transmitir noções de espaço e localização espacial melhor que o meio estático, por mostrar o movimento real, em tempo real, com visualização tridimensional, podendo apresentar explicitamente o movimento; algo que apenas é inferido no estático. Porém, a percepção de habilidade espacial pode depender do conhecimento prévio do observador e das diferenças individuais.

O segundo conceito é de Thomaz e Johnston (1995, p. 15-18). Para esses autores, animação é a junção de processos de representações visuais de tempo e espaço para transportar emoções, sendo a transmissão dessas “emoções e sentimentos” o cerne desta comunicação, considerada também uma forma de arte. “Uma mágica habilidade de proporcionar ao público uma comunicação de maneira mais fácil que a verbal, quebrando barreiras de linguagem” [Idem 1995 apud Alves 2012], visto que a linguagem visual seria uma linguagem universal, capaz de ser assimilada e percebida pelas mais diversas culturas. Este segundo conceito traduz a real essência da animação que nasce para o entretenimento, estando sempre apoiada nos avanços tecnológicos [Lowe e Schnotz 2008] mas podendo se revelar como portadora de mensagens, emoções e entretenimento junto aos seus espectadores [Alves 2012].

2.2 Artefatos Físicos com Suporte a Interação

A popularização de técnicas digitais modernas de animação, juntamente com o avanço na qualidade e no custo-benefício para a produção de peças de animação, fez com que as

novas gerações de espectadores se distanciassem dos produtos gerados por técnicas de animação analógica artesanais. Essas técnicas primitivas de animação analógica envolvem o uso de artefatos e dispositivos físicos que se utilizam de conceitos ópticos para atribuir vida a imagens estáticas de maneira mais simples. Os fatores hedônicos que causam encanto, surpresa e admiração estão presentes também nessas peças mais artesanais, principalmente quando manipuladas pelo próprio espectador. Elas retiram o público da condição passiva de meros consumidores da obra, alçando-os à condição de usuários, fazendo-os também sentirem-se co-criadores das peças ao manipularem diretamente tais artefatos.

Esses dispositivos visuais com os quais podemos interagir tendem a despertar maior interesse e curiosidade nos utilizadores, diferentemente dos que apresentam conteúdos de forma estática. Moreira (2015) comenta que o conceito de interação deve ser multidisciplinar, não devendo ser associado só a um segmento específico, como o campo do design de produtos ou do design de interfaces. Dessa maneira, interação também pode ser introduzida na disciplina do design de comunicação ou, neste caso particular, do design voltado para materiais impressos.

Nesse caso, os suportes físicos interativos são aqueles cuja interação humana é um dos requisitos para que a informação seja entendida na sua totalidade. Apenas com a manipulação de detalhes, experiências táteis podem ser proporcionadas ao usuário, facilitando a percepção de conteúdos e a captação da sua atenção e de seu interesse. Assim, para ser considerado um artefato interativo, o momento de interação deve produzir alterações/consequências no dispositivo físico. A experiência de utilização do objeto, por ser pessoal, poderá suscitar na pessoa uma sensação de proximidade com o objeto e de envolvimento na concepção do resultado final do projeto de comunicação visual. [Moreira 2015].

2.3 O Uso do Ombro-Cinema e *Kinegrams*

Várias foram as técnicas desenvolvidas no final do século XIX para dar vida a imagens estáticas, experimentos com estereoscopia e ilusões de movimento através de recursos óticos [Timby 2015]. Estas obras de vanguarda permitiam a interação com o observador e a produção da ilusão de movimento, que inquietava e intrigava os usuários.

Um dos grandes nomes que se destacaram na época por suas contribuições para o estudo da estereoscopia e do cinema de animação é o do matemático Eugène Estanave. Inspirado pelos trabalhos do americano Frederic Ives que em 1901 desenvolveu uma técnica chamada de *Parallax Stereograms* [Ives 1901]. O autor descreve nessa técnica um processo para criação de estereogramas com a sobreposição de duas placas de vidro combinado com uma técnica antecessora conhecida como Fotografia de Relevo ou Relevo Estereocópico. De acordo com Timby (2001), o empresário francês León Gaumont em uma visita aos Estados Unidos trouxe para Paris uma amostra dos experimentos de Ives que logo atraiu a atenção de Estanave. Em 1908, Estanave desenvolve a placa autoestereoscópica e nasce a partir de então uma nova técnica para produção de fotografias de relevo, porém nenhuma grande empresa se interessa em produzir tais artefatos em larga escala devido a complexidade e precisão da técnica. Em paralelo, Estanave trabalhou em outra técnica chamada de *Changing images* (Imagens Mutáveis) que ao invés de duas placas de vidro, se utilizava de grades de linhas verticais e horizontais em uma só placa de vidro para esconder uma imagem e revelar outra

dependendo do ângulo de visão do espectador criando assim o efeito animado [Timby 2015].

De acordo com Timby (2015), não há evidências de que Eustanave sequer tentou comercializar suas fotografias animadas ou *changing images* como ele tentou fazer com as placas autoestereoscópicas. No entanto, o princípio da sua tecnologia encantou empresários que começaram a criar maneira mais lúdicas para a comercialização dessas imagens que se moviam. Para baratear os custos, estas reproduções tidas como “genéricas” da técnica de Estavane utilizavam-se de plástico transparente ao invés de vidro. Esse plástico se movia em apenas um sentido e continha apenas linhas verticais, por trás do plástico existia a imagem interpolada impressa em papel. Várias patentes desses artefatos lúdicos foram registradas no mesmo período nos Estados Unidos por Alexander S. Spiegel entre os anos de 1905 e 1915. A partir de então, outras patentes foram sendo registradas com leves modificações aumentando a popularização da técnica que fora aplicada em brinquedos, cartões postais e cartões de visita pessoais [Timby 2015]. Por volta do ano de 1920, surgiu na França pré-cinema um artefato chamado de Ombro-Cinema desenvolvido pela editora Saussire Ed, que criava a ilusão de movimento no momento em que uma folha de plástico transparente (o mais comum é o acetato) com um padrão listrado (Padrão de Moiré), conhecido como *Grid* de Barrier, deslizava sobre uma imagem composta por linhas com a mesma orientação [Moreira 2015], como mostrado na Figura 1.



Figura 1. Brinquedo com Ombro-Cinema visto por fora e por dentro. Fonte: Pierre Patau

A relação entre as duas folhas altera as imagens impressas, se utilizando do chamado Efeito Moiré de ilusão óptica (do francês, efeito de ondas na água), quando dois padrões de Moiré são sobrepostos em movimento (Figura 2). Perissinotto (2010) completa afirmando que o Efeito Moiré diz respeito à convergência de motivos diferentes, e essa combinação torna-se o próprio motivo, motivo neste contexto significa qualquer elemento parte do material que por si mesmos carregam propósito, mas que, quando unidos, se tornam um terceiro elemento com propósito próprio. A interferência entre as duas partes causa esse Efeito Moiré, podendo resultar em algo visualmente belo, podendo ser criados efeitos especiais moiré que simulam ilusões em três dimensões.

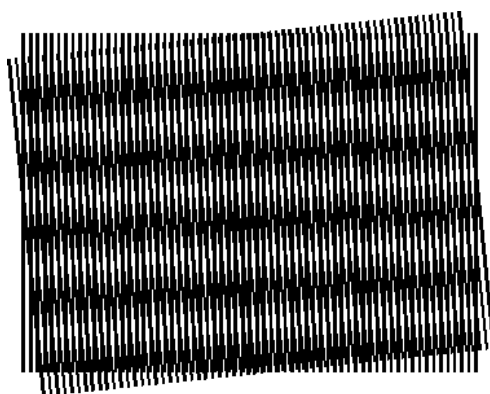


Figura 2. Duas grades listradas sobrepostas causando o Efeito Moiré.
Fonte: TechTarget.

Dada sua evolução, em particular durante o final das décadas de 50 e 60, o movimento Arte Óptica (Arte Op) ou Optical Art (Op Art) começou a experimentar com imagens que estimulavam o cérebro de tal forma que elas pareciam se mover. De certa forma, foram esses experimentos que ajudaram a popularizar o Ombro-Cinema, através de exposições e do uso pelo grande público [Rubiano 2010].

Um exemplo claro dessa popularização e proximidade do Ombro-Cinema como artefato físico interativo são os experimentos feitos por Moreira (2015). Em seus estudos sobre a interatividade expressa em artefatos impressos, a autora realizou um experimento que consistia em um cartaz para um festival de animação, não descrito pela autora, exposto em público que continha a técnica de Ombro-Cinema na sua implementação. O objetivo era ver como seria a reação e receptividade do público perante o artefato e a técnica. A autora concluiu que a sensação de surpresa, o entusiasmo e o tempo dedicado pelos utilizadores a interagir com o cartaz demonstraram, através da observação direta, a eficácia deste artefato e o potencial como publicidade de um evento [Moreira 2015].

No entanto, mesmo este sendo um exemplo recente da aplicação da técnica do Ombro-Cinema, somente por volta de 1997 que Gianni A. Sarcone começou a desenvolver mídias óptico-cinéticas às quais ele chamou de “*kinegrams*” [Sarcone 2015]. A técnica de Sarcone se baseava no mesmo efeito do Ombro-Cinema, com a utilização dos mesmos padrões de Moiré sobrepostos a imagens modificadas especialmente para gerar o efeito de animação quadro-a-quadro e em princípios ópticos, como o da persistência da visão [Hopwood 1899], tornando assim possível transformar objetos do cotidiano em pequenas máquinas de animação.

É importante deixar clara a diferença entre Ombro-Cinema e *Kinegram*, para fins de esclarecimento sobre os conceitos utilizados neste trabalho. Ombro-Cinema diz respeito à técnica de animação analógica nascida na França e antecessora ao cinema cujo princípio estava em fracionar desenhos de silhuetas ou sombras (*ombre* do francês, sombra) em linhas e juntá-las em uma só Figura que seria exibida por trás de uma superfície transparente (o acetato ou qualquer outro tipo de plástico). *Kinegram* se refere às mídias óticas cinéticas desenvolvidas por Sarcone, mais precisamente às complexas imagens distorcidas geradas por interpolação de uma sequência de imagens e que só podem ser interpretadas utilizando um artefato transparente com um padrão de Moiré [Sarcone e Waeber 2007]. Ou seja, Ombro-Cinema é a técnica, *Kinegram* é a imagem interpolada (Figura 3).

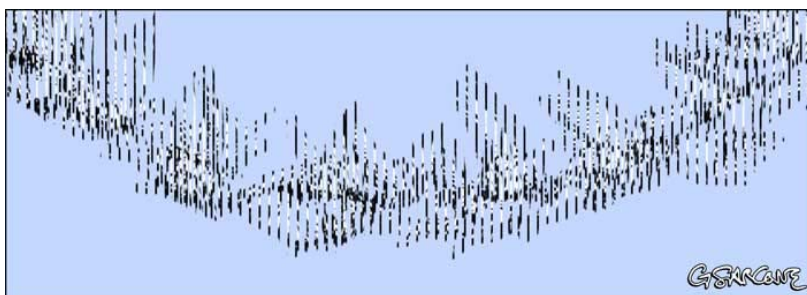


Figura 3. Kinegram de Pássaros Voando. Fonte: Sarcone (2015)

Os *kinegrams* artisticamente combinam os efeitos visuais de padrões de Moiré com a técnica de animação do Zootropo. O Zootropo é um aparelho que permite criar a ilusão de animação através de imagens sequenciais alteradas rapidamente dentro de um cilindro que gira em um eixo fixo e dispõem de fendas, espaçadas regularmente uma das outras, nas suas laterais por onde o espectador assiste à animação. A Figura 4 mostra dois modelos de Zootropo, um ilustrado e outro real.



Figura 4. O Zootropo Fonte: Puntovernal.com e Kabytes.com

A sequência animada é criada quando a imagem complexa, o *kinegram*, é visto através da sobreposição de acetato com um padrão preto sólido impresso nele. O *kinegram* consiste no resultado da interpolação de colunas provenientes de um certo número de imagens em sequência (*frames* ou quadros) fatiadas verticalmente. A grade impressa com esse padrão, também chamada de *grid* de Barrier, deixa passar através das suas áreas transparentes apenas uma dessas imagens, sendo o restante escondido pelas listras pretas. Quando deslizada para os lados, a grade revela uma nova imagem e suas barras pretas escondem a imagem que outrora estava visível. As ligações cerebrais humanas fazem com que essa sucessão de imagens em sequência juntas criem a ilusão de movimento fluido.

3. Trabalhos Relacionados

Como na própria história da animação, sempre há um experimento antecessor que embasa e inspira os experimentos futuros. Os trabalhos a seguir foram cruciais para composição desta pesquisa.

The Motograph Moving Picture Book, publicado em 1898, consistia em uma série de ilustrações acompanhadas de acetato transparente que quando sobreposto às ilustrações e movido lentamente para cima e para baixo criava um efeito 3D em que a imagem por si só parecia se mover [Seed 2015]. Pelo menos 2 edições do livro foram impressas tendo a segunda sido impressa colorida e com a capa de Toulouse-Lautrec.

Rufus Butler Seder é inventor e artista fascinado pela Arte Óptica. Ele é criador do *Scanimation*, processo patenteado pelo próprio Rufus e incorporado em uma série de livros também de autoria de Rufus onde a técnica de Ombro-Cinema com o uso de sombras é empregada de maneira automática ao movimentar a página do livro dando vida à ilustração por trás da grade de acetato fixada na página oposta [Seder 2007]. Foi no trabalho de Seder que Guardigli (2010) construiu a base do seu experimento digital utilizado na seção 4 deste trabalho.

Nas últimas décadas, trabalhos e peças de Design contendo artefatos interativos físicos que empregam técnicas de animação analógica conseguiram se destacar e se tornaram notícia sendo diretamente responsáveis por contribuir com essa reaproximação do grande público com essas técnicas primitivas. Dentre os trabalhos recentes destacam-se o projeto *Listen to Love* do designer taiwanês Po-yi Chiang vencedor do Red Dot Award: Communication Design 2015. Trata-se de um livreto com o intuito de ensinar linguagem de sinais para ouvintes através da técnica de Ombro-Cinema. O destaque fica para a grade tradutora móvel cortada em molde vazado de papel e não impressa em plástico transparente como de costume.

Em outubro de 2010, a revista britânica Wallpaper Magazine virou notícia [Whitehead 2010] ao estampar na sua capa uma figura distorcida que só seria compreendida com o uso de um artefato feito de acetato com listras impressas. A capa contendo Ombro-Cinema em quase 100% da área útil é de autoria da agência de propaganda japonesa Dentsu, com sede em Londres.

4. Método Proposto

O processo de geração dos *kinegrams* é geralmente complexo e mecânico, consistindo em utilizar-se de algum meio seja digital ou analógico para interpolar uma sequência de imagens gerando uma imagem distorcida. Interpolar aqui significa interpor, intercalar, alternar trechos de imagens fatiadas dando origem a uma nova imagem embaralhada. Por exemplo, para gerar um *kinegram* com 6 frames (uma sequência de 6 imagens que passam a ideia de continuidade) seria necessário fatiar essas 6 imagens em tiras finas com espessuras correspondentes aos espaços transparentes da grade decodificadora e depois rejuntá-las lado a lado. Assim, interpolar manualmente uma sequência de imagens seria inviável pois tomaria muito tempo de confecção. O processo de interpolação digital será tratado mais adiantes neste trabalho.

O método proposto é baseado no processo criado por Marco Guardigli [Guardigli 2010] e está dividido em três momentos:

1. Edição do Conteúdo em Vídeo – a partir de uma gravação original é extraído o trecho mais relevante do vídeo que virá a ser transformado em *kinegram*;
2. Tratamento de Frames – esse trecho de vídeo é importado no software Adobe Photoshop como uma sequência de quadros (*frames*), dos quais são selecionados

os mais relevantes para compreensão do movimento e que serão posteriormente tratados para realce da imagem e correção de falhas;

3. Interpolação – essas imagens tratadas são então levadas para o código no ambiente Processing gerador de *kinegram* que fará a interpolação das mesmas e gerará um *kinegram* com sua grade tradutora.

Na Figura 5, se encontra o esquema que ilustra essas etapas do processo de geração de *kinegrams*.

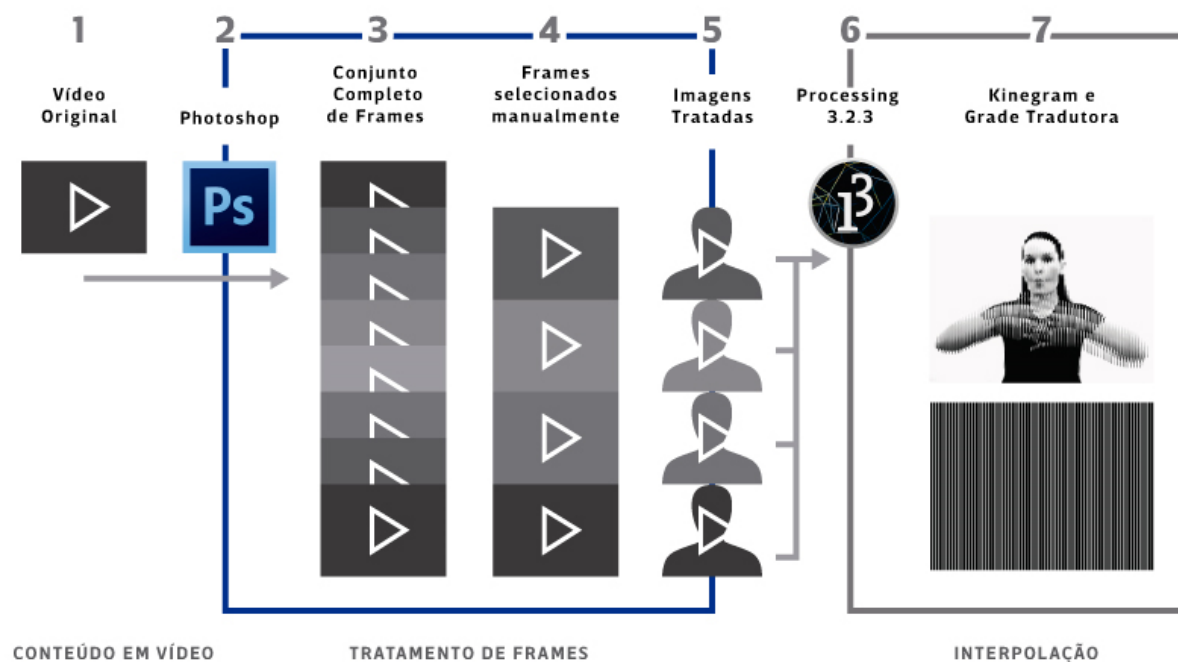


Figura 5. Processo manual de geração de *kinegrams* a partir de vídeos. Fonte: Autor

No seu processo original, Guardigli utiliza fotos coloridas tiradas da webcam para gerar seus *kinegrams*, o único tratamento de imagem dado pelo autor às suas imagens é ajuste de escala no software Adobe Photoshop afim de compensar os ajustes automáticos de suavização feitos pelas impressoras modernas na hora de imprimir a grade transparente. Tais ajustes não foram feitos nesta pesquisa, optou-se assim pela utilização de imagens monocromáticas e sem plano de fundo. Dessa maneira, a partir de um vídeo, extraiu-se uma quantidade predefinida de frames que foram tratados, editados no software Adobe Photoshop e interpolados utilizando um código no Processing que daria origem à figura distorcida a qual é chamada de *kinegram*, como ilustra a Figura 6.



Figura 6. Tratamento dos quadros até tornarem-se o *kinegram*. Fonte: Autor

O código do Processing utilizado foi escrito originalmente por Marco Guardigli [Guardigli 2010] e modificado pelos autores deste trabalho para atender aos requisitos dos equipamentos utilizados nesta pesquisa, como por exemplo a versão do software utilizado que fora atualizado desde a versão original do código e com isso a linguagem do ambiente também fora atualizada necessitando reformulação de funções e estruturas que não existiam mais.

Como orientado por Guardigli (2010) seu tutorial de Processing, optou-se também por utilizar duas versões dos *kinegrams*, uma com quatro frames e outra com seis frames, que segundo o autor é considerado o número máximo de frames para uma boa visualização: a partir de seis quadros, a imagem final se torna muito escura, uma vez que a grade tradutora (*grid* de Barrier) se torna muito espessa.

A ideia original era gravar os próprios vídeos, a fim de controlar aspectos como cor das roupas, cor de fundo e iluminação. Devido ao curto tempo para a pesquisa, optou-se por buscar vídeo-aulas no serviço online YouTube que contemplassem o assunto escolhido (alimentos). Os seguintes aspectos foram avaliados na escolha do vídeo: cor da roupa, cor do plano de fundo, iluminação, contraste e presença dos gestos escolhidos.

O escolhido foi o vídeo “Alimentos” da série de videoaulas “Libras é Língua 3” da instrutora de Libras Paula Maria Markewicz. Os demais vídeos analisados continham elementos no fundo que dificultariam a seleção e o recorte de silhueta do tutor. Existem *kinegrams* com planos de fundo e outros que isolam e valorizam apenas o elemento que será animado. A fim de atenuar possíveis distrações ou perturbações durante o entendimento da mensagem com a manipulação do artefato optou-se neste trabalho pela geração de *kinegrams* sem elementos ao fundo. Em outros a cor ou a estampa da blusa se confundiam com a mão quando convertidos para escala de cinza, em outras a iluminação escondia partes do corpo essenciais para o movimento e o pouco contraste fazia com que o corpo humano não se destacasse do fundo quando submetido aos tratamentos de imagem no Photoshop.

O vídeo selecionado então foi baixado, e dele foram extraídos clips contendo apenas os gestos escolhidos, totalizando 5 porções específicas de aproximadamente oito segundos, cada. Esses clips, por sua vez, foram importados no Adobe Photoshop como sucessões de quadros de animação. Esse foi o procedimento mais delicado de todos

devido ao caráter subjetivo e humano. A seleção de frames se deu através da ativação e desativação de camadas no Adobe Photoshop mediante a análise da diferença entre a imagem inicial e a imagem final tendo em vista a compreensão do movimento. Ou seja, é como olhar duas imagens rapidamente e julgar se nessa rápida sucessão de imagens o cérebro interpreta ou acha coesão no movimento.

Uma vez no Photoshop, com os quadros todos fragmentados, chegou a hora de escolher quais os seis quadros mais relevantes para a animação (Figura 7). Esse processo foi feito a olho nu, com a sensibilidade do pesquisador para identificar quais gestos seriam os mais essenciais para percepção natural de movimento pelos usuários, considerando um indivíduo normal sem dificuldades cognitivas e considerando também o aspecto subjetivo da tarefa, uma vez que o indivíduo que selecionou os frames possui níveis diferentes de habilidades cognitivas, letramento visual, experiências e referências de animação e movimento em comparação com os indivíduos que utilizarão o material.

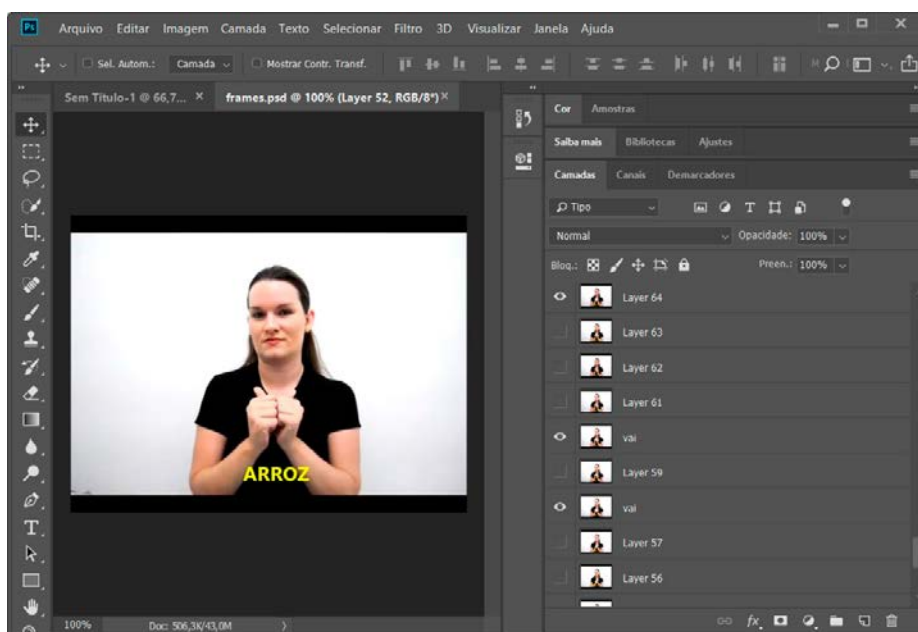


Figura 7. Captura de Tela do software Adobe Photoshop no momento de escolha dos frames. Fonte: Autor

Tendo sido escolhidos esses seis quadros, um tratamento de imagem foi empregado em cada um deles, removendo fundo, diminuindo a saturação das imagens (deixando-as em escala de cinza), ajustando o contraste entre os tons de claro e escuro e mudando os valores de limiar para enfatizar ainda mais a diferença entre tons brancos e pretos.

Esses ajustes também são sensíveis à percepção pessoal de quem está realizando o tratamento, podendo ser os mesmos ou variar sutilmente os valores se adequando a cada nova situação de iluminação presente no vídeo. É importante lembrar ainda que, caso se produzisse o próprio vídeo, tais controles e ajustes poderiam ser mais padronizados e estáveis.

O passo seguinte foi encaixar as imagens já tratadas para o tamanho de 320 x 240 pixels utilizado pelo programa escrito na linguagem Processing, para criar os *kinegrams*,

salvando-as individualmente com nomes de 0 a 5 na ordem correta da animação. (ex: 0.jpg, 1.jpg, 2.jpg...).

O código em Processing coleta as imagens geradas no tamanho certo, fragmenta-as em colunas de 1 pixel e interpola essas colunas entre as cinco outras imagens que compõem o movimento, resultando em uma imagem distorcida. A primeira coluna da imagem 1 é seguida da primeira coluna da imagem 2, depois a primeira coluna da imagem 3 e assim sucessivamente até chegar à coluna 2 da imagem 1 e o processo recomeça. O código também gera a grade tradutora (*grid* de Barrier) que será transformada em dispositivo interativo impresso e usada para animar os *kinegrams*, ilustrado na Figura 8.

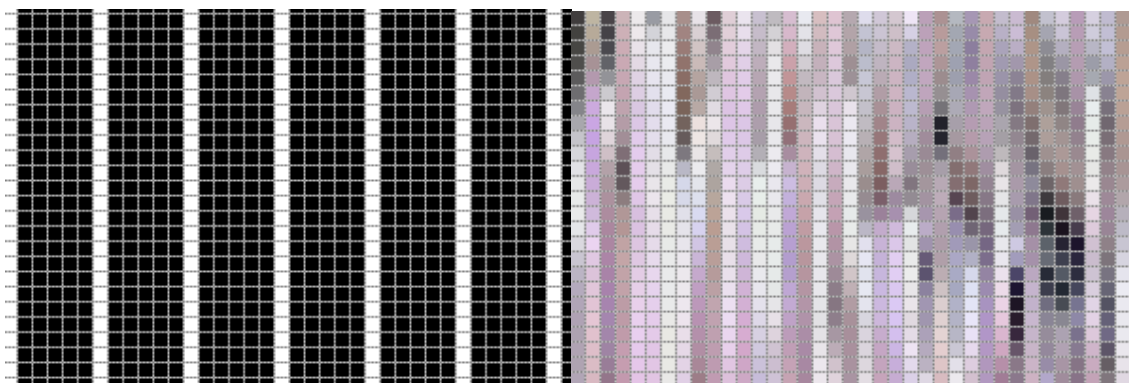


Figura 8. À direita, detalhe ampliado de imagem interpolada formando um *kinegram* colorido. À esquerda, detalhe ampliado da grade tradutora (*grid* de Barrier). Fonte: Autor.

Em seguida, após ter executado o código para todos os sinais e gerado esse pacote de recursos contento os *kinegrams* de quatro e seis frames e suas respectivas grades, o próximo passo foi imprimi-las em alta qualidade em papel A4 comum, em escala de cinza. No caso, foi empregada uma impressora multifuncional HP Photosmart D110 series. As grades geradas pelos códigos foram armazenadas em arquivos de imagem PNG com transparência, sendo impressas em uma espécie de plástico especial transparente que lembra o acetato mais comum, mas que é próprio para impressoras do tipo jato de tinta, caso do modelo utilizado. Para este trabalho não fora utilizado o acetato como material transparente devido à especificidade de uma impressora própria para imprimir em acetato, caso contrário o material poderia derreter quando utilizado em impressoras caseiras comuns e danificar o equipamento.

Todo esse processo foi feito para gerar *kinegrams* de seis frames e de quatro frames, cada um com sua grade específica. Como essas grades ficaram na mesma folha, fez-se necessário identificar qual grade era de seis frames e qual era a de quatro frames para não confundir os participantes dos futuros testes. Em algumas folhas o *kinegram* de seis frames estava na metade superior da folha e em outras estava na metade de baixo, essa disposição foi aleatória para forçar a manipulação da grade e facilitar a observação do comportamento perante o reajuste manual do artefato.

5. Validação

É importante reforçar que este trabalho tem como objetivo metodológico: investigar o processo digital de criação dos artefatos interativos e a posterior avaliação da sua manipulação e uso junto aos usuários. As metodologias adotadas nesta investigação

surgiram de acordo com os requisitos de cada uma das três fases do trabalho, necessárias para alcançar os objetivos desejados, quais sejam: Pré-teste, Teste e Pós-Teste.

Hassenzahl et al. (2000) em seus estudos sobre Usabilidade e métodos para avaliação de usabilidade sugere que a mesma tenha seu modelo expandido com a adição de novas métricas e parâmetros provenientes de aspectos como satisfação, preferência, prazer e divertimento, por exemplo. De acordo com os pesquisadores, se um determinado produto se mostra atraente e desperta o interesse do usuário de alguma maneira, esse poderá desfrutar do seu uso mais intensamente.

Assim, fatores hedônicos dizem respeito aos aspectos alheios a tarefas de qualidade tais como originalidade, inovação, beleza e o cunho subjetivo de atratividade em conjunto com a avaliação de usabilidade. São aspectos da qualidade que abordam necessidades humanas de novidade, mudança ou poder social (*status*) induzidas pelas características físicas do produto: Design visual, sonoro, interatividade, exclusividade, etc. [Campos 2014]. Sendo assim, o modelo proposto por Hassenzahl et al. (2000) elenca duas esferas de qualidade, ambas presentes no escopo deste experimento: a ergonômica e a hedônica.

5.1 Pré-Teste

Essa etapa é marcada pela escolha do conteúdo dos *kinegrams* a serem avaliados. Uma vez que o objetivo é identificar o potencial informativo comunicacional dos *kinegrams* no que diz respeito à reprodução de um gesto ou movimento humano, escolheram-se cinco sinais em Libras (Língua Brasileira de Sinais) para serem convertidos em *kinegrams* e testados pelos usuários: Açúcar, Chocolate, Arroz, Macarrão e Queijo. Esses sinais foram escolhidos porque não são intuitivos para os ouvintes falantes de português, ou seja, tais sinais não permitem que seja estabelecido uma rápida relação entre o significado e a ação expressa no movimento.

Para garantir a confiabilidade dos dados, cada artefato teve seu significado omitido e arbitrariamente foi atribuído um símbolo que facilitasse para o autor a identificação do *kinegram* e seu significado durante a avaliação e análise de resultados: Açúcar (Quadrado), Chocolate (Espiral), Arroz (Triângulo), Macarrão (Círculo) e Queijo (Xis/Cruz).

5.2 Teste

O experimento consistiu em gravar sete usuários manipulando os *kinegram* e tentando reproduzir o movimento indicado no artefato. Esses usuários são amigos ou conhecidos dos autores desse trabalho que se voluntariaram para a pesquisa a partir de um convite aberto via rede social. O objetivo dessa etapa foi coletar dados a respeito do potencial comunicativo-informativo dos *kinegrams* e a respeito dos fatores hedônicos e de usabilidade expressos pelos usuários, decorrentes do contato com os artefatos disponibilizados.

Para cada indivíduo voluntário foi entregue um mesmo conjunto com os cinco gestos em Libras, a fim de nivelar o grau de dificuldade durante a execução dos testes, como mostrado na Figura 9. Os usuários tiveram que explorar os artefatos, analisar a informação ali contida e repetir os gestos da maneira que achassem mais correta orientados pelo material. A ordem dessa execução também ficou a critério dos usuários, podendo explorar os artefatos no tempo que achassem pertinente até sentirem-se seguros para reproduzir o gesto. Os testes foram realizados em novembro de 2016, e gravados em

vídeo com um aparelho celular Motorola Moto G3 em diferentes localidades, não controladas e dispondo de no mínimo mesas e alguma fonte de luz (natural ou não), dentre elas, salas da Universidade Federal do Ceará, a casa dos próprios participantes ou o local onde eles trabalhavam.



Figura 9. Usuária testando artefato. Fonte: Autor

Antes do início dos testes, foi entregue o “Termo de Consentimento Livre Esclarecido” que atende à Resolução 196/96-CNS-MS para todos os participantes do estudo, e solicitado que o assinassem, visto que o experimento seria gravado em vídeo e as imagens seriam usadas posteriormente para análises.

5.3 Pós-Teste

Após os testes, foi pedido aos participantes que preenchessem um questionário de avaliação SUS (*System Usability Scale*) com 14 proposições e um questionário de Diferencial Semântico (DS) com 18 pares de palavras opostas, ambos os questionários seguem as orientações do modelo proposto por Tullis e Albert (2008) com modificações para atender às especificidades desta pesquisa. Além disso, os indivíduos também responderam a perguntas abertas semiestruturadas, a fim de extrair opiniões e sugestões baseadas na experiência com os artefatos utilizados. Gráficos e tabelas comparativas foram geradas como material de apoio a visualização dos dados.

Esses recursos somados à comparação um-a-um entre as gravações dos usuários reproduzindo os gestos e o vídeo original, com os tutores ensinando os sinais em Libras, permitiu uma triangulação sobre o real potencial dos *kinegrams* enquanto veículos de informação e também sobre os fatores hedônicos presentes na manipulação de artefatos físicos com suporte a interatividade.

Das gravações em vídeo dos testes realizados com os usuários foram extraídos: o tempo de execução da tarefa, o tempo de análise do material antes da execução e os acertos e erros na execução dos gestos, bem como opiniões verbalmente expressas através das respostas às seguintes perguntas abertas semiestruturadas:

- Você acha que outras funções são necessárias neste produto? Quais?
- Você se sentiu confuso em algum momento durante a realização dos testes? Em quais momentos?
- Você recomendaria a aquisição deste produto a alguém? Por quê?

Baseado nos objetivos dessa pesquisa, os dados foram categorizados e alocados em três grandes áreas: Usabilidade, Experiência e *Design*. Para cada grande área, há subitens específicos relacionados e derivados dos objetivos. Para cada subitem há aqueles itens dos questionários SUS e DS relevantes e que fornecem dados para aquele tópico especificamente como mostrado na Figura 10. A análise dos vídeos e depoimentos dos usuários é também uma fonte de dados para todas as categorias.

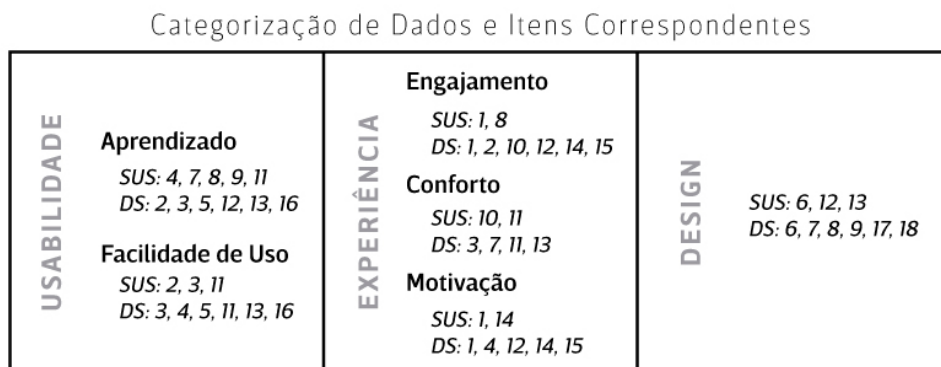


Figura 10. Diagrama de Categorização dos Dados e Subdivisões
 Fonte: Autor

6. Análise e Avaliação de Resultados

Os primeiros resultados foram satisfatórios. Logo que as primeiras versões do artefato estavam sendo utilizadas e analisadas, percebeu-se que os *kinegrams* são objetos que possuem, de fato, propriedades hedônicas que potencializam seu uso como recurso comunicacional. O uso do artefato através da manipulação da grade transparente sobre a folha coloca o usuário na condição de coautor da peça, por mais que o resultado animado não seja legível, ou não seja perfeitamente limpo quanto à percepção imagética. Nota-se que o usuário já fica intrigado e atraído pelo efeito animado que o material gera.

Os erros e acertos foram julgados comparando o movimento final realizado pelos usuários com o movimento da tutora nos vídeos utilizados para gerar os *kinegrams*. Sobre a quantidade de acertos e erros, obteve-se uma média de 3,4 em acertos. Quatro participantes afirmaram que no gesto Chocolate e Macarrão “não dá pra ver direito quando a mão passa por cima da outra porque não tem contraste”, afirmaram ainda que “alguns frames ficam confusos quanto a posição das mãos, a quantidade de dedos utilizados”. Isso indica que o artefato ainda não está na sua melhor forma e é mais propício para determinados movimentos do que para outros.

Pelo comportamento dos indivíduos pode-se identificar que variáveis como velocidade da manipulação da grade, encaixe da grade no *kinegram*, posição da luz, iluminação e ângulo de visão interferem diretamente na experiência com o artefato, dado a natureza dos materiais dos quais os artefatos são feitos. Dentre esses comportamentos destacam-se: olhar para fonte de luz e voltar a olhar o material, variar o ângulo de visão, deslizar várias vezes a grade com velocidades diferentes e cada vez mais lentamente e solicitar que determinadas luzes fossem acesas ou apagadas. Mostrando que o *kinegram* está muito mais suscetível a influência do ambiente para atingir um nível satisfatório de conforto no uso.

Os resultados dos questionários fornecem um maior aporte de dados de dados a serem comparados com as observações extraídas dos vídeos. Em particular, sobre fatores hedônicos, o gráfico gerado através do questionário de Diferencial Semântico torna a análise desses fatores subjetivos e pessoais mais concreta. Na Figura 11 lista os pares de palavras utilizadas no DS. A Figura 12 mostra o gráfico gerado com as respostas dos participantes da pesquisa, cada número se relaciona diretamente com a numeração dos pares de palavras apresentados na Figura 11, quanto mais agudas as barras estão, mais elas tendem em direção à palavra na posição direita do par correspondente na Figura 11.

Diferencial Semântico - Pares Normalizados

1 - Comum - Surpreendente	10 - Sério - Descontraído
2 - Não Original - Original	11 - Insatisfação - Satisfação
3 - Incoerente - Lógico	12 - Frustração - Fascinação
4 - Inútil - Útil	13 - Difícil - Fácil
5 - Incompreensível - Compreensível	14 - Entediante - Empolgante
6 - Deselegante - Elegante	15 - Chato - Divertido
7 - Pouco trabalhado - Bem trabalhado	16 - Complicado - Simples
8 - Modesto - Sofisticado	17 - Desarmônico - Harmônico
9 - Rústico - Refinado	18 - Estático - Dinâmico

Figura 11. Lista de Pares Ordenados de palavras opostas utilizados no questionário de Diferencial Semântico. Fonte: Autor

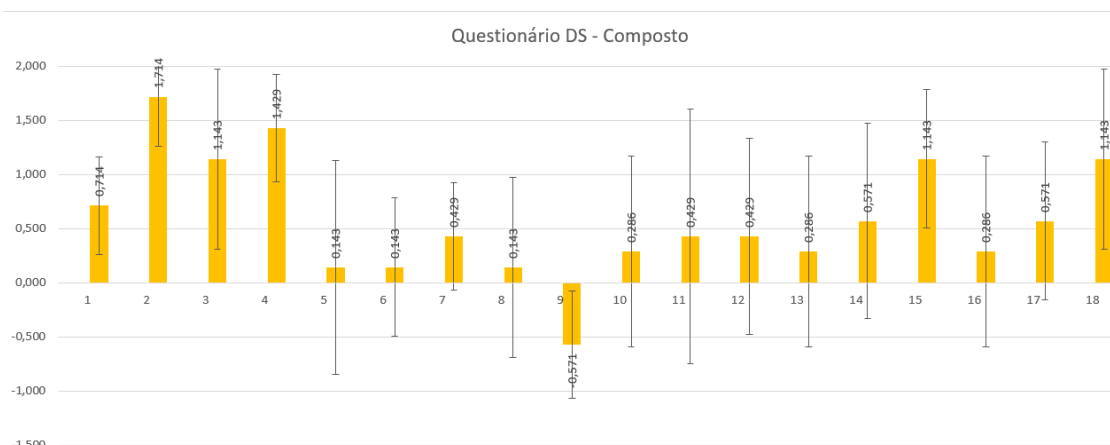


Figura 12. Gráfico de respostas ao questionário DS. Fonte: Autor

Através desse gráfico é possível atribuir ao *kinegram* as características de pouco complexo e fácil de usar. Pelo questionário SUS identificou-se com uma média de 2,8 (variando de 0 a 5) que no *kinegram* há facilidade de encontrar a informação necessária. Um dos indivíduos mencionou que se o *kinegram* fosse maior ainda, talvez poderia facilitar a compreensão da animação, visto que os detalhes estariam mais nítidos.

Ainda sobre o questionário DS quanto aos aspectos de Design, o recurso com *kinegram* tende para o elegante, sofisticado e, como já era esperado, dinâmico. Entretanto, é curioso que mesmo o *kinegram* sendo um recurso animado ele não tendeu 100% para o eixo Dinâmico no item 18. Ou seja, os usuários identificaram que o *kinegram* não é um recurso animado por completo. Os *kinegrams* são bem trabalhados na opinião dos participantes e tendem para o rústico, parte dessa constatação pode ser justificada dada simplicidade do material utilizado na confecção dos artefatos.

54,14% dos participantes (4) afirmaram que o *grid* de 4 frames tem uma melhor nitidez e ajudou mais a compreender o movimento do que o de 6. 28,57% dos participantes (2) preferiram o de 6 *frames* alegando possui uma maior fluidez no movimento, fato também mencionado pelos participantes que preferiram o de 4 *frames*. Isso acarretou um comportamento curioso. Nos sinais em Libras tidos como mais complexos, o *kinegram* de 4 frames era usado para identificar a configuração de mãos e uma vez identificado, foi no *kinegram* de 6 frames que a percepção do movimento deu mais segurança para os indivíduos o reproduzirem.

100% dos participantes afirmaram que o artefato com *kinegram* é uma solução interessante, mas que precisa ser refinada e melhor explorado onde funciona e onde não funciona. Dentre as melhorias propostas pelos indivíduos está o uso integrado às imagens estáticas (pictogramas ou imagens procedurais) de maneira a atenuar as dúvidas quanto a reprodução dos movimentos. A inclusão de cor também no *kinegram* a fim de identificar a quantidade de dedos, a mão direita ou esquerda. Sugeriram também a inclusão de dicas de como utilizar a grade já prevendo contornar as variáveis luz, ângulo de visão, velocidade de deslize e posição da grade.

Dessa maneira, pode-se concluir que os *kinegrams* também possuem muitas variáveis a serem controladas e que não puderam ser totalmente exploradas nessa pesquisa. Após a observação dos resultados do teste, essas variáveis foram mapeadas em quatro grupos:

1. Variáveis de Impressão;
2. Variáveis de *Kinegram*;
3. Variáveis de Vídeo;
4. Variáveis de Processo.

As variáveis de Impressão (1) dizem respeito aos equipamentos utilizados e como a qualidade da impressão dos artefatos pode afetar a interpretação e o entendimento da animação. Entre elas temos: 1. Impressão a cores ou monocromática; 2. Tamanho do *kinegram* no papel; 3. Fluxo de tinta da impressora e reprodução de detalhe mais finos; 4. Qualidade do papel.

As variáveis de *Kinegram* (2) se referem em como as imagens interpoladas podem ser modificadas para chegar em um modelo ideal, com boa fluidez na animação. As variáveis mapeadas nessa categoria são: 1. Quantidade de *frames*; 2. Velocidade de deslizamento da grade; 3. Condições ambientes de manuseio; 4. Modo de leitura do artefato pelos usuários.

As variáveis de Vídeo (3) são as que carregam a maior parte da responsabilidade pelo resultado final do *kinegram*. Os aspectos de vídeo que constituem essas variáveis são: 1. Resolução do Vídeo para extração de imagens; 2. Aspectos de Captura como Iluminação Ambiente, Contraste entre a Mão do Personagem, a Roupas e o Fundo do Cenário; 3. Nitidez dos Dedos; 4. Quantidade de Frames em que foi capturado o vídeo; 5. Cores das Roupas e do Cenário; 6. Maquiagem e aspectos de iluminação do Rosto para extração de Expressões Faciais.

Por fim, as variáveis de Processo (4) dizem respeito aos pontos do processo que podem e devem ser otimizados e automatizados preferencialmente, para reduzir ao mínimo o tempo e os custos de produção. Aqui não há subcategorização porque o código

que gera os *kinegram* pode ser melhorado para comportar processos e funções que façam essas ações repetitivas de maneira automática. Como por exemplo: selecionar automaticamente os frames a serem utilizados a partir de um arquivo de vídeo, cortar e editar os frames selecionados, alterar a cor e a saturação das imagens, salvar em PDF o *kinegram* e a grade para impressão e assim por diante. No cenário ideal, o gerador de conteúdo deve apenas dizer a partir de qual arquivo de vídeo ele deseja gerar *kinegram* e resultado seria o PDF pronto para impressão com o *kinegram* tratado de maneira otimizada.

Faz-se importante salientar que tais variáveis são dependentes umas das outras de modo que o ajuste em uma pode repercutir no desempenho de outra, tornando-se requisito fundamental a análise e investigação dos ajustes de maneira coletiva e integrada e não individual e isolada.

7. Considerações Finais

Este trabalho especificou um método de criação de *kinegrams* por meios digitais, contemplando sua utilização real enquanto artefato físico interativo para comunicação instantânea e transmissão de informação animada.

De uma maneira geral, percebeu-se um interesse em novas maneiras de interagir com materiais impressos através dos artefatos físicos interativos. Notou-se também uma curiosidade em manipular artefatos físicos aos quais não se está habituado em conjunto com uma abertura maior em aprender como utilizar novas ferramentas que podem ser ao mesmo tempo úteis, eficazes e lúdicas, com demonstraram ser os *kinegrams*.

Os artefatos interativos físicos e as técnicas de animação primitivas estão mais fáceis de serem reproduzidos e mais acessíveis nos tempos atuais do que quando eram populares, graças ao advento dos recursos digitais. No entanto, o surgimento de novos meios mais ricos visualmente, como o vídeo, que tanto foi citado pelos participantes, fez com que essas técnicas se tornassem distantes e assim desconhecidas. Percebeu-se, porém, que suas características interativas, lúdicas e afetivas ainda permanecem vivas.

Estudos mais aprofundados quanto a viabilização comercial em grande escala se mostram necessários. O processo aqui utilizado, por mais otimizado que esteja em comparação com o processo original analógico primitivo, possui etapas cujo trabalho manual pode ser ainda mais otimizado. A medição dos gastos com a produção de um material completo contendo *kinegrams* não foi explorada nesta pesquisa, mas um estudo com este viés de certo ajudará nas tomadas de decisões dos envolvidos na produção deste tipo de conteúdo seja qual for a finalidade (lúdica, artística, experimental, educativa, informativa).

Esta investigação se comportou como uma etapa inicial no estudo da solução proposta e funcionou para identificar e confirmar o potencial que o *kinegram* possui na transmissão de informações de caráter animado de baixo custo e o seu apelo hedônico quanto à interatividade. Faz-se necessário, portanto aprofundar os estudos corrigindo os erros deste trabalho como melhorar o controle das variáveis imagéticas do *kinegram*, elencadas na sessão 6 deste trabalho, reestruturar o questionário DS com pares de palavras menos ambíguas e restringir com mais detalhes o perfil dos participantes. Estudos futuros pretendem englobar tais considerações em paralelo com estudos sobre a utilização do *kinegram* como instrumento de comunicação eficaz para aplicação em materiais didáticos e recursos de aprendizagem.

Acredita-se que este trabalho também desperte o olhar para o potencial existente no uso de artefatos físicos interativos para a educação e comunicação, em especial o *kinegram*, e resgate a popularização desses artefatos nos dias de hoje, uma vez que outrora fascinaram muitos espectadores com fins de entretenimento. Ainda, que esta investigação tenha fomentado a importância da interdisciplinaridade na formação de um designer de mídias digitais como criador de produtos multimidiáticos (digitais analógicos ou híbridos), bem como seu papel fundamental na inovação de soluções para problemas do cotidiano.

Referências

- Alves, M. M. (2012) “Design de animações educacionais: Recomendações de conteúdo, apresentação gráfica e motivação para aprendizagem.” Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Design, Setor de Ciências Humanas, Letras e Artes, Universidade Federal do Paraná., Curitiba.
- Campos, L. F. A. (2014) “Usabilidade, Percepção Estética e Força de Preensão Manual: Influência no Design Ergonômico de Instrumentos Manuais – Um Estudo Com Tesouras De Poda.”, Tese (Doutorado), Universidade Estadual Paulista, Bauru.
- Guardigli, M. (2010) “Processing code for building multi-frame animated images.”, <http://marco.guardigli.it/2010/01/scanimation-builder-processing-code.html>, Agosto.
- Hassenzahl, M. et al. (2000) “Hedonic and Ergonomic Quality Aspects Determine a Software's Appeal”, *Proceedings of the CHI 2000: The Future is here*, v. 2, p.201-208.
- Hopwood, H. V. (1899) “Illusion of Motion produced by successive views of slightly varying diagrams.”, In *Living pictures; their history, photoproduction and practical working. With a digest of British patents and annotated bibliography*, London Optician & Photographic Trades Review, <https://archive.org/stream/livingpicturesth00hopw#page/8/mode/2up>
- Ives, F. E (1902) “A Novel Stereogram”, In *Journal Franklin Institute of the State of Pennsylvania, Section of Photography and Microscopy*, Philadelphia, Franklin Institute, <https://archive.org/stream/journalfranklini153fran#page/50/mode/2up>.
- Júnior, A. L. (2005) “Arte da Animação: técnicas e estética através da História.”, 2. ed. São Paulo: Senac.
- Lowe, R.; Schnotz, W. (2008) “Learning with animation: research implications for design.”, New York: Cambridge University Press.
- Moreira, A. J. S. (2015) “Interação na comunicação visual o exercício do design de comunicação em suportes físicos interativos.”, Dissertação (Mestrado em Design de Comunicação) - Escola Superior de Artes e Design, Senhora da Hora, Portugal.
- Perissinotto, P. (2010) “O Cinetismo Interativo nas Artes Plásticas: Um trajeto para a Arte Tecnológica.”, Dissertação (Mestrado em Artes) – Escola de Comunicação e Artes, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Rubiano, M. A. (2010) “Los kinesigramas o las imágenes lenticulares: su desarrollo y aplicaciones.”, In: *SIGRADI 2010, Congress of the Iberoamerican Society of Digital Graphics*, Bogotá, Colômbia, Anais...2010, pp. 116-120.

- Sarcone, G. A. (2015) “Kinegrams: Art in Motion.”, <http://giannisarcone.com/kinegrams.html>, Agosto.
- Sarcone, G.; Waeber, M. (2007) *Make Your Own 3D Illusions*, Carlton Books.
- Seder, R. B. (2007) *Gallop!*, Workman Publishing Company.
- Seed, D. (2005) “Literature and the visual media”, (Vol. 58). DS Brewer, <https://books.google.com.br/books?isbn=1843840561>, Abril.
- Thomas, F.; Johnston, O. (1995) “The illusion of life: Disney animation.”
- Tullis, T.; Albert, B. (2008) “Measuring the user experience: collecting, analyzing and presenting usability metrics. “Burlington: Morgan Kaufmann.
- Whitehead, J. (2010) “U.K.'s Wallpaper Magazine makes pictures move on page”, http://reality.sgi.com/employees/jam_sb/mocap/MoCapWP_v2.0.html, Setembro.
- Timby, K. (2001) “Images in Relief and Changing Images”, In *Photographic Studies*, <http://journals.openedition.org/photographicstudies/246>, Maio.
- Timby K. (2015) “3D and Animated Lenticular Photography: Between Utopia and Entertainment”, Walter de Gruyter GmbH & Co KG, <https://books.google.com.br/books?isbn=3110448068>