

UNIVERSIDADE REGIONAL DE BLUMENAU
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS
CURSO DE CIÊNCIAS DA COMPUTAÇÃO
(Bacharelado)

**PROTÓTIPO PARA ANÁLISE DA PERCEPÇÃO DO
MOVIMENTO APARENTE EM COMPUTAÇÃO GRÁFICA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO À UNIVERSIDADE
REGIONAL DE BLUMENAU PARA A OBTENÇÃO DOS CRÉDITOS NA
DISCIPLINA COM NOME EQUIVALENTE NO CURSO DE CIÊNCIAS DA
COMPUTAÇÃO — BACHARELADO

MARLISE FROTSCHER MILBRATZ

BLUMENAU, JUNHO/2000

2000/1-51

PROTÓTIPO PARA ANÁLISE DA PERCEÇÃO DO MOVIMENTO APARENTE EM COMPUTAÇÃO GRÁFICA

MARLISE FROTSCHER MILBRATZ

ESTE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO, FOI JULGADO ADEQUADO
PARA OBTENÇÃO DOS CRÉDITOS NA DISCIPLINA DE TRABALHO DE
CONCLUSÃO DE CURSO OBRIGATÓRIA PARA OBTENÇÃO DO TÍTULO DE:

BACHAREL EM CIÊNCIAS DA COMPUTAÇÃO

Prof. Dalton Solano dos Reis — Orientador na FURB

Prof. José Roque Voltolini da Silva — Coordenador do TCC

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dalton Solano dos Reis

Prof. Carlos Eduardo Negrão Bizzotto

Prof. Roberto Heinzle

DEDICATÓRIA

Com todo o meu amor, dedico este trabalho
ao meu marido Maurício e à minha filha Sáskia,
que souberam ser pacientes durante a minha ausência.

AGRADECIMENTOS

Ao meu professor e orientador Dalton Solano dos Reis, pela sua dedicação e orientação na elaboração deste trabalho.

Aos monitores, pelo auxílio e esclarecimentos de dúvidas.

Aos meus amigos da faculdade; em especial à Joseane Fonseca Ribeiro, pelo carinho, incentivo e companheirismo; e ao Gilvan Justino, por ter disposto o seu tempo esclarecendo as minhas dúvidas em Delphi nos momentos em que mais precisei.

Ao meu marido Maurício Milbratz, que participou comigo nesta conquista. Pelo apoio e compreensão, dando-me as condições para que eu pudesse estudar e concluir o curso.

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA	III
AGRADECIMENTOS	IV
SUMÁRIO	V
LISTA DE FIGURAS	VIII
LISTA DE QUADROS	IX
LISTA DE TABELAS	IX
RESUMO	X
ABSTRACT	XI
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 ORIGEM DO TRABALHO	1
1.2 ÁREA	1
1.3 PROBLEMA	1
1.4 JUSTIFICATIVAS	2
1.5 OBJETIVO	2
1.6 ESTRUTURA	2
2 FISIOLOGIA DO OLHO HUMANO	4
2.1 A FORMAÇÃO DA IMAGEM	5
2.2 A RETINA	6
2.3 O CÓRTEX VISUAL	6
3 PERCEPÇÃO VISUAL	7
3.1 PERCEPÇÃO DE TAMANHO	8
3.2 PERCEPÇÃO DE FORMA	9
3.3 PERCEPÇÃO DE PROFUNDIDADE	9
3.4 PERCEPÇÃO DAS CORES	10
3.5 PERCEPÇÃO DE MOVIMENTO	12
3.5.1 MOVIMENTO REAL	13
3.5.2 MOVIMENTO ESTROBOSCÓPICO	13
3.5.3 MOVIMENTO INDUZIDO	14

4	PERCEPÇÃO DE MOVIMENTO APARENTE	16
4.1	FATORES IMPORTANTES DO MOVIMENTO APARENTE.....	17
4.2	ILUSÕES DE MOVIMENTO.....	19
5	DESENVOLVIMENTO DO PROTÓTIPO	24
5.1	ESPECIFICAÇÃO DO PROTÓTIPO.....	24
5.1.1	DIAGRAMA DE CONTEXTO.....	24
5.1.2	DIAGRAMA DE FLUXO DE DADOS	25
5.1.3	MER.....	25
5.1.4	FLUXOGRAMA.....	26
5.1.5	DICIONÁRIO DE DADOS	27
5.1.6	ESTRUTURA DO PROTÓTIPO	27
5.1.7	ARQUIVOS DE SCRIPT.....	28
5.2	IMPLEMENTAÇÃO DO PROTÓTIPO	29
5.2.1	REPRESENTAÇÃO DOS COMPONENTES E MOVIMENTOS	30
5.2.2	INTERPRETAÇÃO DOS COMANDOS.....	31
5.2.3	DESENHO DOS COMPONENTES	31
5.2.4	ANIMAÇÃO DOS COMPONENTES.....	32
5.3	FUNCIONAMENTO DO PROTÓTIPO.....	33
5.3.1	MENU ARQUIVO	34
5.3.2	MENU EDITAR.....	34
5.3.3	MENU CENÁRIO.....	35
5.3.4	MENU ANIMAÇÃO	35
5.3.5	MENU SOBRE	36
5.3.6	CRIANDO UM CENÁRIO.....	37
5.3.7	CRIANDO UMA ANIMAÇÃO.....	39
6	ANÁLISE DOS TESTES APLICADOS	42
7	RESULTADOS FINAIS	44
7.1	CONSIDERAÇÕES FINAIS	44
7.2	LIMITAÇÕES	44
7.3	EXTENSÕES.....	44
	ANEXO A: ILUSÕES DE ÓTICA	45
	ANEXO B: INTERPRETAÇÃO COMANDO CENÁRIO	49
	ANEXO C: ALGORITMO TIMER	50
	ANEXO D: ALGORITMO EXECUTA INSTRUÇÃO ANIMAÇÃO	52

ANEXO E: QUESTIONÁRIO	54
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	56

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - ANATOMIA DO OLHO	5
FIGURA 2 - SETAS	8
FIGURA 3 - MEIA-LUA.....	8
FIGURA 4 - CIRCULO PERFEITO.....	9
FIGURA 5 - COMPRIMENTO DA ONDA EM $M\mu$	11
FIGURA 6 - MOVIMENTO ESTROBOSCÓPICO	14
FIGURA 7 - MOVIMENTO INDUZIDO	15
FIGURA 8 - FILEIRA DE PONTOS.....	17
FIGURA 9 - RODA SENTIDO REAL DE MOVIMENTO.....	18
FIGURA 10 - RODA SENTIDO OPOSTO AO REAL	18
FIGURA 11 - MOVIMENTOS AMBÍGUOS	19
FIGURA 12 - PROXIMIDADE DE OBJETOS.....	20
FIGURA 13 - SENTIDO HORIZONTAL	20
FIGURA 14 - SENTIDO EM U	20
FIGURA 15 - MOVIMENTO CRUZADO.....	21
FIGURA 16 - MOVIMENTO HORIZONTAL E VERTICAL.....	22
FIGURA 17 - MOVIMENTO HORIZONTAL	23
FIGURA 18 - DIAGRAMA DE CONTEXTO	24
FIGURA 19 - DIAGRAMA DE FLUXO DE DADOS.....	25
FIGURA 20 - MER.....	25
FIGURA 21 - FLUXOGRAMA	26
FIGURA 22 - TELA PRINCIPAL DO PROTÓTIPO.....	33
FIGURA 23 - MENU ARQUIVO.....	34
FIGURA 24 - MENU EDITAR	34
FIGURA 25 - MENU CENÁRIO	35
FIGURA 26 - JANELA RETÂNGULO	35
FIGURA 27 - MENU ANIMAÇÃO	36
FIGURA 28 - MENU SOBRE.....	36
FIGURA 29 - BARRA DE ÍCONES	37
FIGURA 30 - DESENHO DOS COMPONENTES	38
FIGURA 31 - ANIMAÇÃO DOS COMPONENTES.....	40
FIGURA 32 - ALTERANDO A COR	41
FIGURA 33 - GRÁFICO DOS TESTES APLICADOS	43

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - REGISTRO COMPONENTE.....	30
QUADRO 2 - REGISTRO ANIMAÇÃO	30
QUADRO 3 - ALGORITMO PARA DESENHAR OS COMPONENTES	31

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - SEMÂNTICA DOS COMANDOS DO SCRIPT DO CENÁRIO	28
TABELA 2 - SEMÂNTICA DO COMANDO "MOVE" DO SCRIPT DE ANIMAÇÃO	29
TABELA 3 - SEMÂNTICA DO COMANDO "COR" DO SCRIPT DE ANIMAÇÃO	29
TABELA 4 - SEMÂNTICA DO COMANDO "TIMER" DO SCRIPT DE ANIMAÇÃO	29
TABELA 5 - RESULTADO DOS TESTES	42

RESUMO

O presente trabalho apresenta a percepção visual em Computação Gráfica, enfatizando a Percepção do Movimento Aparente. A partir da psicologia, que tem a percepção como objeto de estudo, e da fisiologia, que procura explicar a captação da imagem através do olho, encontra-se a base para o desenvolvimento de animações. Animações produzidas através de movimento aparente que objetivam demonstrar ilusões de movimentos.

ABSTRACT

This work discusses visual perception in Computer Graphic by emphasizing Perception of Apparent Motion. Departing both from Psychology which shows perception as its object of study and from Physiology which explains the capture of images through the eye, it is possible to find a basis for the development of animations. Animations produced through the apparent motion leading to the demonstration of illusions of motion.

1 INTRODUÇÃO

É através da percepção que se interage com o mundo. A psicologia tem explorado e estudado a percepção de modo a identificar o indivíduo, descobrir através do que ele percebe quem ele é. O campo visual é responsável pela imagem percebida e esta é trabalhada e modificada pelo cérebro. Cada indivíduo é um ser único, que possui talentos diferentes e que refletem especializações distintas em seu cérebro. Constantemente vivencia-se experiências visuais ricas em cores, texturas, profundidades, formas e movimentos. Assim, o que se percebe produz sensações diferenciadas, quer se esteja movido pela emoção ou pela razão.

1.1 ORIGEM DO TRABALHO

Conforme o ditado popular, “uma imagem vale mais que mil palavras”, é necessário que se tenha plena consciência da variabilidade de interpretação que uma imagem pode causar no espectador. Decorre daí a preocupação do desenvolvedor de animações buscar o máximo de perfeição para transmitir a mensagem que ele deseja. Se as imagens não conseguem transmitir aquilo que foi proposto, os objetivos não foram alcançados. Baseado neste fato, sentiu-se a necessidade de fazer um estudo específico e detalhado para alertar o animador dos cuidados que ele deve ter ao implementar uma cena com animação.

1.2 ÁREA

Áreas relacionadas ao trabalho proposto são:

- a) Psicologia – a percepção como objeto de estudo da psicologia;
- b) Computação Gráfica – percepção visual, percepção de movimento aparente e animações.

1.3 PROBLEMA

Nas propagandas publicitárias, sistemas multimídia e produções cinematográficas, os movimentos são explorados de modo a prender a atenção do espectador. Estes movimentos não são movimentos reais, mas aparentes, pelo fato de serem produzidos através de uma sequência de imagens estáticas. Isso faz imaginar que o que se está vendo se encontra em movimento. Esta ilusão muitas vezes não desperta a curiosidade em entender como foram desenvolvidos. O que ocorre com o campo visual é que muitas vezes se faz confusão e percebem-se imagens diferentes da imagem real. Este problema é o objeto a ser enfatizado

neste trabalho, ou seja, a preocupação em saber se a imagem está sendo transmitida da maneira desejada.

1.4 JUSTIFICATIVAS

Este tema está recebendo crescente atenção da parte de pesquisadores em áreas como Computação Gráfica, Projeto de Interfaces Homem-Máquina, Processamento Digital de Imagens, Visualização Científica e Visualização Computacional. Porém, ainda se encontra pouco divulgado em nossa comunidade. O presente trabalho quer ser uma contribuição à comunidade acadêmica acerca da percepção visual em Computação Gráfica.

1.5 OBJETIVO

Analisando o funcionamento do sistema visual humano e suas implicações na percepção visual, pretende-se desenvolver um protótipo que comprova a ocorrência de várias possibilidades de percepção de uma mesma imagem.

1.6 ESTRUTURA

O trabalho encontra-se estruturado da seguinte maneira:

No primeiro capítulo, é apresentado uma visão geral deste trabalho, sua importância, objetivos, justificativas e a sua organização.

No segundo capítulo, descreve-se a fisiologia do olho humano, ou seja, o funcionamento do sistema visual e como se dá a formação da imagem.

No terceiro capítulo são abordados os conceitos da Percepção Visual e as suas divisões.

O capítulo quatro, é o foco principal deste trabalho, a Percepção do Movimento Aparente. Nele descreve-se os conceitos mais relevantes relacionados ao tema.

No capítulo cinco, descreve-se a especificação, implementação e o funcionamento do protótipo.

No capítulo seis, é apresentado o resultado dos testes aplicados com a finalidade de verificar o alcance dos objetivos.

No sétimo capítulo encontram-se relacionadas as considerações finais, limitações e sugestões para estudos futuros.

Por fim, os anexos acrescentam mais exemplos de figuras relacionadas à Percepção Visual, os questionários utilizados para realização dos testes e trechos de código fonte do protótipo desenvolvido.

2 FISILOGIA DO OLHO HUMANO

Para compreender as relações entre os estímulos e a percepção visual é necessário considerar os processos fisiológicos do olho e como ocorre a interação da percepção da imagem através do olho e como esta é processada pelo cérebro.

Se faz necessário descrever os mecanismos fisiológicos envolvidos na percepção visual, ou seja, de que maneira os raios de luz penetram na córnea do olho e são focalizados a fim de projetar uma imagem na retina, e de que maneira esses raios luminosos provocam uma reação na retina. Esse processo se propaga até o cérebro onde a imagem é interpretada.

Todos os seres vivos possuem mecanismos especiais para a recepção da luz. Este capítulo limitar-se-á ao estudo do olho humano.

Os olhos são órgãos sensitivos complexos de alto grau evolutivo que permitem uma análise minuciosa quanto a forma dos objetos, sua cor e a intensidade de luz refletida. Cada olho tem camada de receptores, sistema de lentes para focalização da luz nestes receptores e sistema de nervos para a condução dos impulsos dos receptores para o cérebro [GAN1989].

O olho é constituído por três camadas, a saber:

- a) a camada externa, formada pela esclera e pela córnea;
- b) a camada média, constituída pela coróide, pelo corpo ciliar e pela íris;
- c) a camada interna nervosa, constituída pela retina, que se comunica com o cérebro através do nervo óptico.

As principais partes do olho que participam na percepção visual, são [BON2000]:

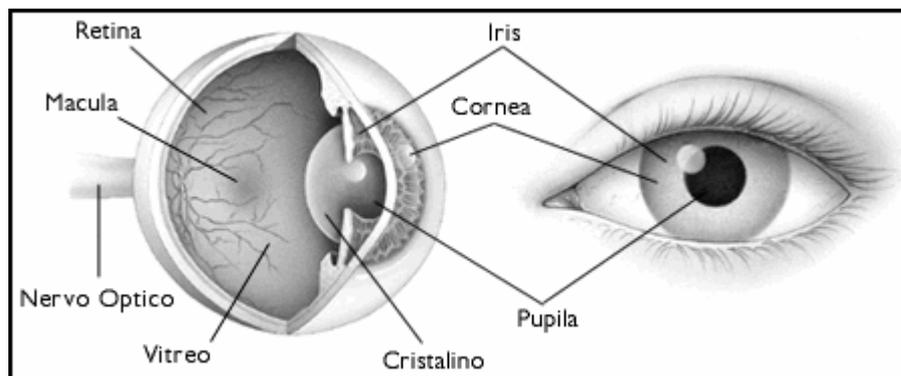
- a) córnea: primeira estrutura que a luz atinge, onde sofre um desvio e cruza a pupila;
- b) íris: responsável pela cor do olho. Ajuda a controlar a quantidade de luz que penetra o olho;
- c) pupila: é a porção escura no centro da íris. Determina a quantidade de luz que entra no olho;
- d) cristalino: estrutura transparente localizada dentro do olho que focaliza os raios de luz na retina;

- e) retina: camada nervosa que reveste o interior do olho. A retina recebe a luz e cria impulsos de luz que são enviados através do nervo óptico até o cérebro;
- f) mácula: pequena área na retina que contém células especializadas na sensibilidade à luz. Permite que se vejam detalhes pequenos;
- g) nervo óptico: conecta o olho ao cérebro. Transporta os impulsos formados pela retina até o cérebro, o qual interpreta as imagens;
- h) vítreo: substância gelatinosa e transparente que preenche o espaço interno do olho.

2.1 A FORMAÇÃO DA IMAGEM

Na Figura 1 são apresentadas as principais estruturas do olho. O estímulo para a visão é a luz. É através da córnea que os raios luminosos penetram no olho, passando pela pupila e atravessando o cristalino. O cristalino é responsável por uma espécie de ajuste focal, de modo que, variando a sua curvatura, torna possível a visão nítida de uma imagem. Essa capacidade do cristalino é chamada de acomodação. A imagem, ou a visão, só ocorre quando o feixe de luz incide numa região especial da retina, a fóvea, no fundo do olho, no eixo do sistema de lentes. Quando a atenção é atraída para o objeto, os olhos são normalmente movidos de maneira que os raios luminosos vindo do objeto incidam sobre a fóvea [GAN1989].

Figura 1 - Anatomia do Olho



A acomodação do cristalino, depende dos músculos presos na sua periferia. Quando se procura observar um objeto à distância, o cristalino está ligeiramente sob tensão e tem pequena espessura. À medida que se aproxima o objeto dos olhos, o cristalino aumenta de diâmetro e o objeto ainda permanece em foco. Com a idade o cristalino perde a sua elasticidade e, conseqüentemente, as pessoas não conseguem mais ler de perto.

2.2 A RETINA

As imagens dos objetos no meio ambiente são focalizadas na retina. A retina é a superfície interna do globo ocular e contém os órgãos receptores da visão. Quando um médico examina os olhos, ele geralmente usa uma lanterna que emite um feixe de luz através da pupila e que incide à própria retina. Ele então pode averiguar possíveis danos.

Os raios luminosos, atingindo a retina, geram potenciais nos cones e bastonetes, que são os receptores visuais, os bastonetes são os receptores para a visão noturna e os cones para a visão das cores. Os impulsos iniciados na retina são então conduzidos para o córtex cerebral através do nervo óptico, onde produzem a visão [GAT1993].

2.3 O CÓRTEX VISUAL

A percepção visual humana não depende apenas de fatores físicos como a ótica do olho ou a retina. A imagem captada é de diversas formas trabalhada e modificada pelo conjunto das áreas visuais do cérebro.

Segundo [GAT1993], o córtex visual possui células que codificam os atributos físicos básicos do estímulo visual. Há neurônios que respondem ao piscar de um estímulo parado. Alguns neurônios respondem melhor a estímulos em movimento numa determinada direção, outros são sensíveis à cor. Assim, com estímulos luminosos de vários tipos, observa-se a existência de múltiplas representações no córtex visual.

Os diferentes atributos de uma imagem, como a cor, a textura e a forma são analisadas pelas diferentes áreas visuais do cérebro e essas informações então são passadas para outras áreas que reconstroem a cena mais provável descrita por esses atributos.

3 PERCEPÇÃO VISUAL

O estudo da percepção é um objeto antigo e respeitável da pesquisa científica. Tem atraído a atenção de fisiologistas, físicos, neurologistas e psicólogos. Cada grupo tem contribuído para a compreensão dos fenômenos perceptuais alcançando muitos progressos na busca do entendimento da visão e da percepção. Para descobrir um pouco dos fenômenos da percepção, os psicólogos estudam, frequentemente, situações que causam problemas à compreensão das sensações.

O modo de ser e de comportar-se de uma pessoa dependerá da maneira de como ela percebe o mundo à sua volta. Nossos olhos estão adaptados para trazer informações a respeito do nosso ambiente físico. Somos móveis, vamos de um lugar para outro. Temos uma tendência natural em conceber o espaço.

“O sistema perceptivo deve determinar que objetos estão à nossa frente (reconhecimento) e onde esses objetos estão (localização). Essa determinação é crucial para a sobrevivência, porque, frequentemente tem-se de saber o que é um objeto antes de podermos inferir algumas de suas propriedades críticas” [ATK1995]. Ora, uma vez que se sabe que determinado objeto é uma maçã, sabemos que é comestível; uma vez que se sabe que certo objeto é um lobo, sabe-se que não se deve perturbá-lo.

A localização também é necessária para a sobrevivência, por ser o meio utilizado para transitar pelo ambiente. Sem esta capacidade, estar-se-ia constantemente tropeçando em objetos, deixando de apreender coisas que se tenta pegar e entrando no percurso de objetos e predadores perigosos [ATK1995].

“Quando olhamos ao redor vemos que o nosso espaço é habitado por objetos localizados em algum lugar no espaço; que são separados das coisas adjacentes e que possuem várias propriedades perceptuais que o distinguem dos demais objetos. Algumas propriedades perceptivas são simples, como por exemplo, o tamanho, a textura e a cor; outras; são complexas” [KRE1973].

3.1 PERCEPÇÃO DE TAMANHO

Segundo [KRE1973] os objetos diferem pelo tamanho, desde um grão até os que cobrem todo o campo visual. As dimensões, quase sem limites, podem diferir quanto a circularidade, o alongamento, a simetria, e a complexidade.

Conforme [McC1978], contextos diferentes podem fazer com que objetos iguais pareçam diferentes quanto ao tamanho. O comprimento percebido pode diferir do comprimento real, como ilustrado pelo clássico de Muller-Lyer (Figura 2). As duas linhas horizontais são idênticas no comprimento, mas a superior parece ser maior que a inferior, devido ao acabamento dado às suas extremidades. Na Figura 3 o desenho superior parece menor do que o inferior, embora ambos tenham o mesmo tamanho. Isto ocorre devido ao seu posicionamento e a variação das cores.

Figura 2 – Setas

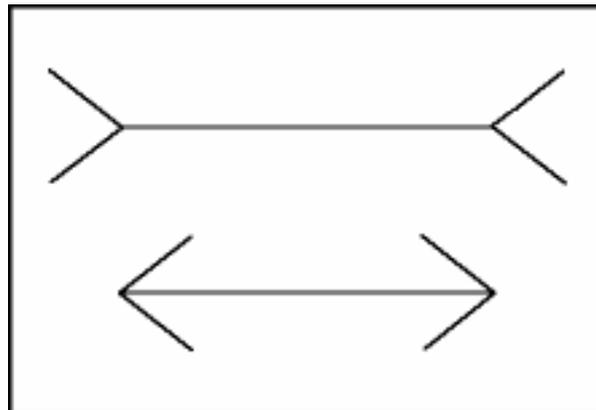
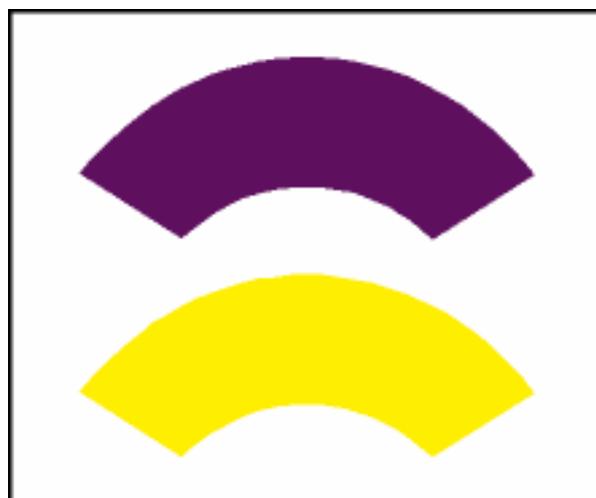


Figura 3 – Meia-lua



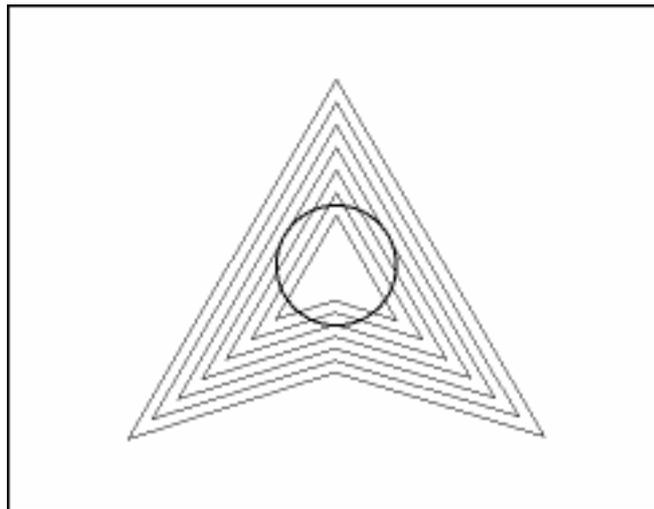
3.2 PERCEPÇÃO DE FORMA

Os objetos podem ter formas bem simples – uma bola – ou mais complexas, uma máquina de escrever, um computador.

“Há dimensões quase sem limites nas quais podem ser classificadas as formas percebidas, por exemplo, a circularidade, a angulosidade, a simetria, a complexidade, etc. E, de uma única forma, como a forma triangular, pode haver um número infinito de triângulos, reconhecidos como “triângulos” embora seja visível a diferença entre eles” [KRE1973].

Observando a forma circular, ligeiramente assimétrica da Figura 4, pode-se comprovar que se trata de um círculo geometricamente perfeito. A distorção ocorre devido aos triângulos que lhe são colocados ao fundo.

Figura 4 – Círculo Perfeito



3.3 PERCEPÇÃO DE PROFUNDIDADE

“Quando você se movimenta no espaço, constantemente olha ao seu redor e orienta-se visualmente no espaço tridimensional. Sempre que você conduz seu corpo, alcança ou manipula objetos ou, de outra maneira, posiciona-se em seu mundo tridimensional, deve fazer estimativas em relação à profundidade” [STE2000].

Quando dirige-se um carro, calcula-se a profundidade a fim de avaliar a distância de um automóvel que se aproxima. Consegue-se perceber o espaço tridimensional (3-D), quando

os receptores sensoriais na retina mapeiam apenas uma representação bidimensional (2-D) [STE2000].

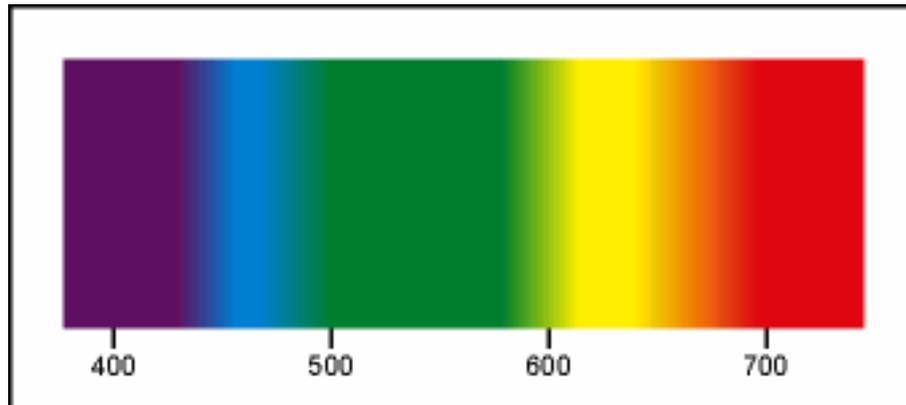
Observe no anexo A, o exemplo da escada. Trata-se de uma figura impossível, na qual “percebemos indícios contraditórios de profundidade, a partir de diferentes seções da ilustração. Pequenos segmentos dessas figuras impossíveis parecem razoáveis, pois não há inconsistência em seus indícios individuais de profundidade” [STE2000]. Ao tentar entender a figura como um todo, os indícios de profundidade dos vários segmentos parecem entrar em conflito.

“Se quisermos chegar a uma ciência da percepção, é fundamental estarmos constantemente alertas para as variações nos mundos físicos percebidos. Não podemos nos satisfazer com um estudo da percepção, baseados no mundo percebido por “nós mesmos”. E não podemos chegar a uma compreensão científica, se deixarmos de lado qualquer conjunto importante de fatores” [KRE1973]. Por isso muitas pesquisas se dirigem ao estudo das diferenças individuais.

3.4 PERCEPÇÃO DAS CORES

A visualização das cores e sua interpretação pertence a uma área complexa da ciência. Como as pessoas não tem a mesma sensação para um determinado estímulo, existem deficiências na avaliação das cores. Fatores físicos e psicológicos interferem, como por exemplo o cansaço, o nervosismo, ficando difícil analisar da mesma maneira determinada cor em diferentes circunstâncias.

Em 1807, Young formulou a teoria da existência de receptores na retina do olho humano, conectadas ao córtex visual do cérebro por uma série de redes neurais (Figura 1). Estes receptores denominados de cones, são sensíveis a radiações de comprimento de onda definido como vermelho (600-700nm), verde (500-600nm) e azul (400-500nm) (Figura 5). Segundo essa teoria, a visualização de uma cor se dá em resposta ao mecanismo dos nossos olhos que são atingidos por luzes coloridas de diferentes intensidades. No monitor do computador essas luzes são geradas diretamente. Na imagem impressa elas resultam da reflexão da luz branca pelas tintas. A mistura de todas essas luzes resulta na luz branca [SEN1999].

Figura 5 – Comprimento da Onda em $m\mu$ 

Os olhos são bastante sensíveis para perceber milhares de cores diferentes, inclusive as cores que não podem ser exibidas em um monitor do computador ou impressas [SEN1999].

O efeito visual pode ser completamente diferente dependendo das condições do objeto, fonte de luz, e as condições do observador. A qualidade da luz que atinge os olhos do observador determina a cor que o objeto parece ter.

Estudos recentes indicam que a estrutura da linguagem pode influenciar a percepção das cores. Conforme [LEI1999], ingleses e berinmos (tribo de Papua-Nova Guiné) tiveram seus vocabulários de cores testados com amostras, que deveriam relacionar com palavras. Descobriu-se que os berinmos não fazem distinção entre verde e azul. Só existe a cor “noI”, que abrange parte do verde e do azul ingleses e um trecho do roxo. Daí os britânicos que resolveram investigar o seu vocabulário de cores, constataram que não existem cores universais, somente aquelas medidas pela linguagem. Os homens só conseguem ver aquilo que também podem nomear. Um dos exemplos clássicos é o dos vários matizes de branco discriminados pelos esquimós. Eles correspondem aos muitos tipos de neve e gelo, que os habitantes das regiões árticas designam com palavras próprias.

Outro povo da ilha de Nova Guiné, os danis, só tem duas palavras para as cores: escuro e claro. Sua capacidade de memorizar cores, apontado entre amostras após certo intervalo foi semelhante à de falantes da língua inglesa.

3.5 PERCEPÇÃO DE MOVIMENTO

Um objeto se move, e ao mover-se, ele muda a sua localização no espaço físico. Diz-se que um objeto está em movimento em relação a outro quando a sua posição se modifica em relação à ele. Isaac Newton (físico e matemático inglês), foi o primeiro a apresentar uma teoria que explicasse satisfatoriamente os movimentos. Sua primeira lei “todo corpo em repouso ou em movimento retilíneo uniforme continua nesses estados, a menos que seja obrigado a alterá-los por forças aplicadas a ele” [CAL1998].

Vive-se num mundo de espaço, de tempo e de movimento. A capacidade de perceber eficientemente movimento, tempo, espaço e objetos, depende de uma integração ordenada de padrões muito complexos de estímulos [KRE1973].

“A percepção de tempo, muitas vezes, está associada à percepção de movimento, isto é, deslocamento de objetos no espaço num certo intervalo de tempo. No entanto, a percepção de movimento é de natureza totalmente diversa, uma vez que corresponde a uma sensação, primária” [SIM1985], isto é, pode-se ter sensação de movimento ou não. Existem situações em que se percebe o deslocamento de um objeto no espaço, mas não o seu movimento. Observando o ponteiro de minutos de um relógio, vê-se que ele ocupa localizações diferentes à medida que o tempo passa. Mas em momento algum tem-se a sensação de movimento. Isto ocorre porque existe um limiar de velocidade para perceber movimento, ou seja, a velocidade de um objeto deve ser suficientemente grande para que possa ser percebido, além do deslocamento no espaço, também o movimento.

A movimentação de um objeto muitas vezes provoca uma percepção enganosa de movimento, ou seja, percebe-se o movimento onde de fato ele não ocorre. Um exemplo disto é, a ilusão da lua, que parece “mover-se” atrás das nuvens. Quando sabe-se que são as nuvens as que realmente se movem, mas não são percebidas em movimento. A lua pode ser vista “parada”. Analisando este fenômeno, tem-se na retina uma imagem da lua e uma imagem das nuvens. Quando as nuvens se movem, fisicamente muda a distância entre essas imagens na retina. Essa mudança de distância, entre as duas imagens na retina, é que constitui o estímulo para o movimento percebido, ou seja, vê-se a lua em movimento e não o fundo. O sistema visual é programado de forma tal a admitir que é sempre a figura que está em movimento e não o fundo. Parece estar em movimento sempre aquilo que ocupa a menor área do campo

visual e se situa na região central, ou então, aquilo que está sendo observado, pois sabe-se que se costumam mover pessoas, animais e carros; árvores, casas, pontes, não se movem [KRE1973] e [SIM1985].

3.5.1 MOVIMENTO REAL

A percepção de movimento real ocorre quando há realmente objetos em movimento da seguinte forma:

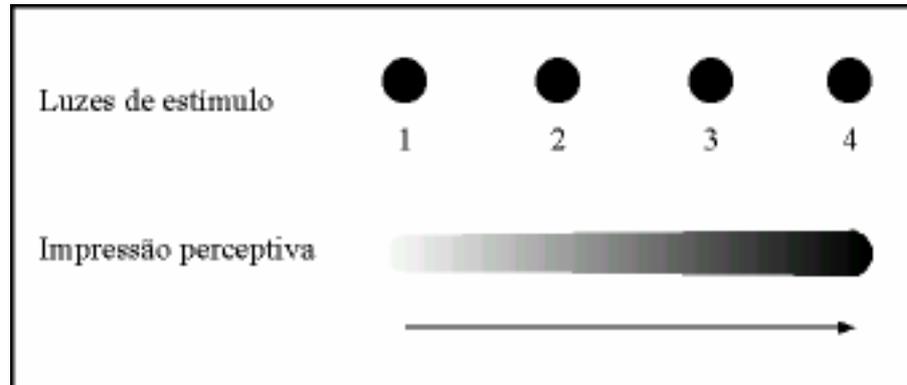
- a) quando um objeto com características de figura atravessa o campo visual, e se o percebe em movimento;
- b) quando um objeto com características de figura está em movimento e pode-se mover os olhos ou cabeça para acompanhá-lo, e também se o percebe em movimento.

O sistema visual interpreta o movimento com base nas suas características de figura e pelos comandos oriundos do cérebro, para segui-lo com os olhos [ATK1995].

3.5.2 MOVIMENTO ESTROBOSCÓPICO

Considerado o movimento aparente mais comum, pode-se perceber movimento quando “nada” se move na retina. Este fenômeno foi demonstrado em 1912 por Wertheimer em seus estudos do movimento estroboscópico. O movimento estroboscópico é produzido, em sua maior parte, pelo simples ato de se piscar uma luz na escuridão e, depois de alguns milésimos de segundos, piscar uma outra luz próxima à localização da primeira [SIM1985].

Na Figura 6, os quatro círculos na fileira do alto correspondem a quatro luzes. Se são piscadas uma após a outra com um curto intervalo de escuridão intercalado, como resultado tem-se a sensação de ser uma única luz em movimento contínuo, tal como sugerido na segunda fileira.

Figura 6 – Movimento Estroboscópico

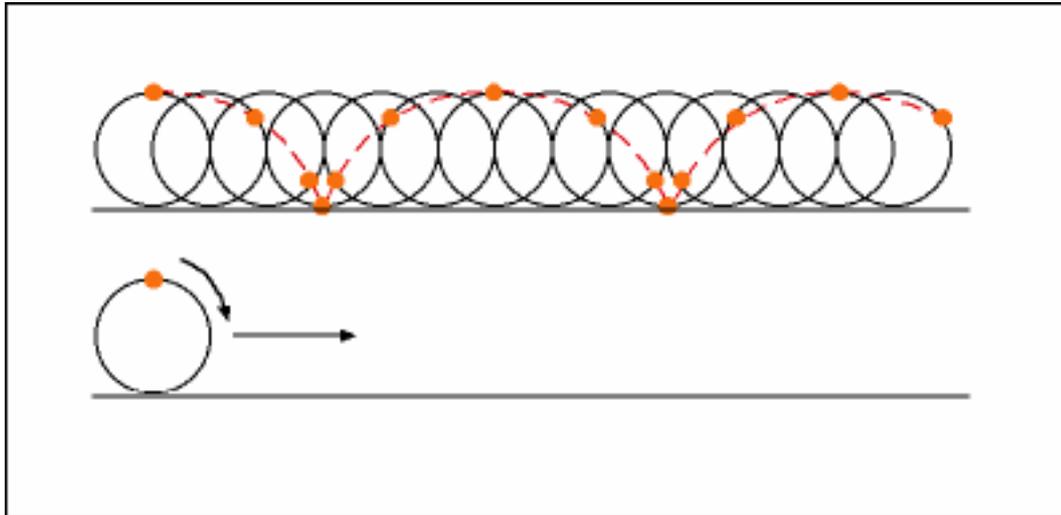
Este movimento ocorre constantemente, como por exemplo, nas luzes dos painéis luminosos que parecem se mover; as seqüências de imagens projetadas na tela do cinema que se fundem, dando origem à sensação de movimento.

3.5.3 MOVIMENTO INDUZIDO

Movimento aparente no qual se percebe em movimento uma figura estática. Ao mesmo tempo, outros elementos do campo visual estão em movimento, e, por sua vez, podem ser vistos como parados ou com seus movimentos alterados [SIM1985].

Este fenômeno foi estudado inicialmente pelo psicólogo Duncker, em 1929. Duncker fazia com que pessoas se sentassem em uma sala escura e observassem um pequeno círculo luminoso dentro de uma moldura retangular luminosa maior. Quando o retângulo era movido para a direita, as pessoas relatavam que o círculo parecia mover-se para a esquerda [ATK1995].

Um fenômeno mais complexo de movimento pode ser visto na Figura 7. Uma roda se movimentando sobre o chão, com um ponto luminoso na periferia, faria com que este ponto descrevesse um complexo movimento cicloidal. No entanto, o que o observador percebe é um movimento de rotação, separado do movimento de avanço da roda, ou seja, o movimento é desdobrado em seus vetores contribuintes [SIM1985].

Figura 7 – Movimento Induzido

4 PERCEPÇÃO DE MOVIMENTO APARENTE

O Movimento Aparente é a ilusão de movimentos contínuos e o movimento “real” é aquele no qual o objeto se move continuamente no campo visual do observador. No Movimento Aparente existe uma convincente impressão de movimento sem que ocorra deslocamento físico. Existe apenas uma rápida sequência de imagens, cada uma das quais difere ligeiramente da que a antecede e da que a sucede. Vê-se um movimento contínuo e não uma série de imagens estáticas e separadas.

Para que o sistema visual perceba um objeto em Movimento Aparente, se faz necessário detectar o que se chama de *correspondência*. Se cada imagem difere um pouco uma da outra, o sistema visual pode perceber movimento, ou então, se diferem muito uma das outras, a ilusão de movimento será destruída [RAM1986].

Foram verificadas tais considerações na implementação de uma ferramenta (scene) [RAM1986], que consiste de um ambiente de janelas que são definidas por um *script* e que contém arquivos em formato *raster*. Após obter-se as imagens em formato *raster*, define-se um arquivo de *script* (.sce). Permite-se alterar o tempo de exposição de cada imagem alterando-se o tempo dos intervalos.

Segundo [RAM1986], numa analogia feita entre o cérebro e o funcionamento de um computador, quando a imagem estimula a retina o olho transmite a imagem para o cérebro como uma combinação de pequenos pontos. O cérebro, então, compara cada ponto aos muitos pontos em quadros sucessivos. Por meio de cálculos complexos ele distingue um conjunto de pontos iguais compostos em um único objeto que teve a sua posição alterada, ou seja, foi movido.

Acredita-se que a Percepção do Movimento Aparente é controlada num estágio anterior do processamento visual. Resultante de um conjunto de *tricks* (ilusões) adquiridos através de uma seleção natural durante milhões de anos de evolução. No mundo real qualquer coisa que se move é predador ou presa. Deste modo, a habilidade de rapidamente detectar o movimento, determina o que se moveu e em que meio é crucial para a sobrevivência [RAM1986].

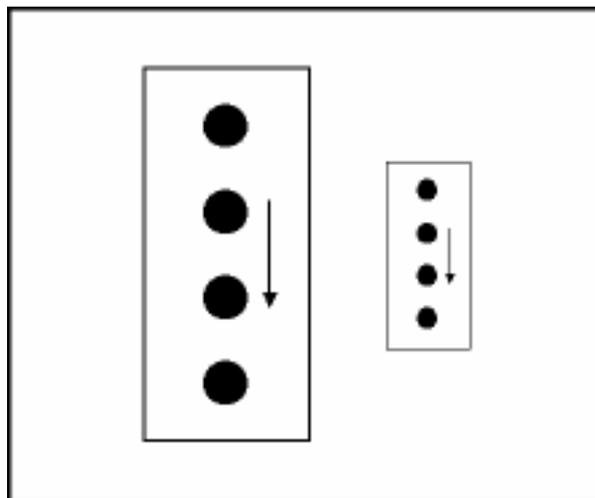
4.1 FATORES IMPORTANTES DO MOVIMENTO APARENTE

Para a geração de Movimentos Aparentes se faz necessário observar alguns fatores importantes, tais como:

- a) a distância entre os dois estímulos: quanto maior a distância entre os dois estímulos, maior deve ser a sua intensidade (se o intervalo de tempo for constante), ou maior deve ser o intervalo de tempo (se a intensidade é constante);
- b) a intensidade dos estímulos: quanto maior a intensidade, maior deve ser a distância entre os estímulos, ou menor o intervalo de tempo;
- c) o intervalo de tempo da sucessão: quanto maior o intervalo de tempo, maior deve ser a distância, ou menor a intensidade.

Observe na Figura 8, duas fileiras de pontos, a maior é exatamente duas vezes maior do que a menor, e os seus pontos são duas vezes maiores e duas vezes mais distantes um do outro. Para ajustar as velocidades das duas fileiras, até que os pontos pareçam mover-se com a mesma velocidade, é necessário que a velocidade física do movimento da fileira maior seja duas vezes maior do que a menor. Assim, percebe-se o movimento com a mesma velocidade para as duas fileiras [KRE1973].

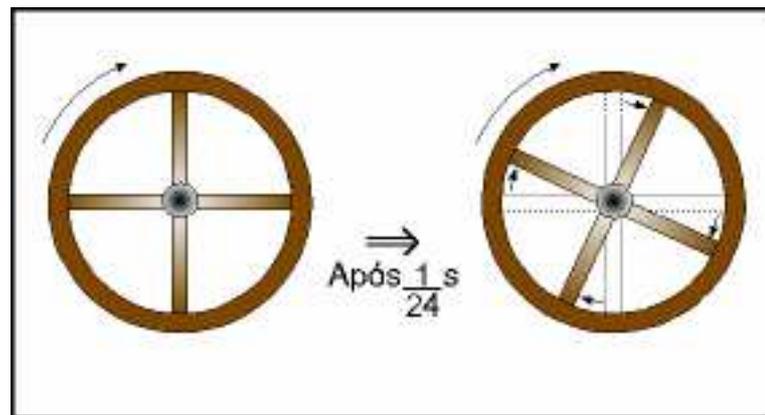
Figura 8 – Fileira de Pontos



Na situação de Movimento Aparente como ocorre na Figura 9, são tiradas 24 fotos por segundo que registram diferentes etapas dos movimentos dos corpos que participam da cena.

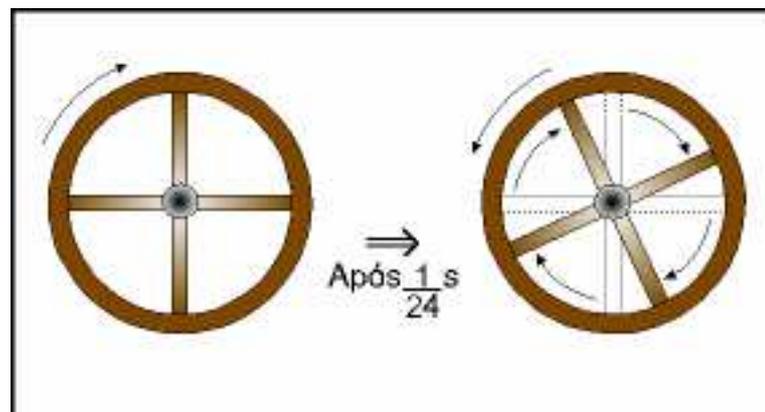
Na projeção de um filme, estas fotos então são projetadas a cada $1/24$ de segundo. Esse tempo é suficiente para que se tenha a sensação de continuidade dos movimentos. Nesta situação vê-se a roda girando no sentido real quando assistimos ao filme [BIS1997]. Primeiramente, a roda é fotografada num certo instante (a seta indica o sentido real do movimento). A segunda parte da figura, explica a sensação de movimento observada por quem assiste à projeção do filme, após $1/24$ segundos.

Figura 9 – Roda sentido real de movimento



Considerando outra situação (Figura 10), no intervalo de tempo de $1/24$ s, a roda quase completou $1/4$ da volta, girando em sentido horário. O cérebro interpreta que o movimento ocorreu no sentido do menor deslocamento dos raios. Por isso, tem-se a ilusão de que a roda está girando em sentido oposto ao real, quando se assiste ao filme [BIS1997].

Figura 10 – Roda sentido oposto ao real



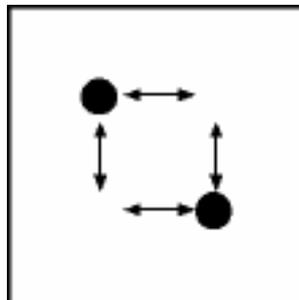
Uma outra situação pode ser constatada no caso de uma carruagem com rodas dianteiras e traseiras com diferentes números de raios. Nesse caso, pode-se ter a sensação de que as dianteiras giram num sentido e as traseiras, em sentido contrário.

4.2 ILUSÕES DE MOVIMENTO

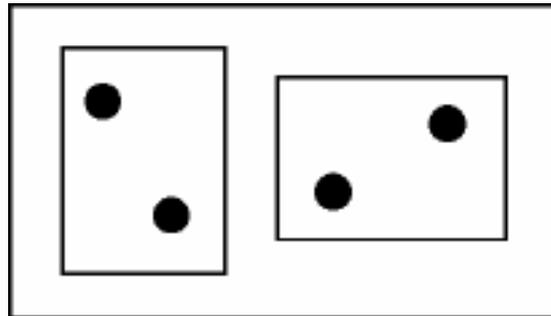
As ilusões de ótica na Percepção do Movimento Aparente tem despertado bastante interesse em estudos científicos. Com o objetivo de se obter uma fundamentação científica e não apenas os conhecimentos práticos, em 1986, foram iniciadas pesquisas psicológicas para descrever o mecanismo pelo qual o sistema visual percebe o Movimento Aparente. Ramachandran e Anstis demonstraram isto em exemplos de movimentos ambíguos no Movimento Aparente.

Na Figura 11, vê-se Movimentos Aparentes ambíguos. Os pontos são apresentados em coordenadas diagonais de um quadrado e então são substituídos por pontos idênticos nas outras duas coordenadas. Observa-se os pontos se movendo tanto verticalmente como horizontalmente. O efeito visual é o mesmo.

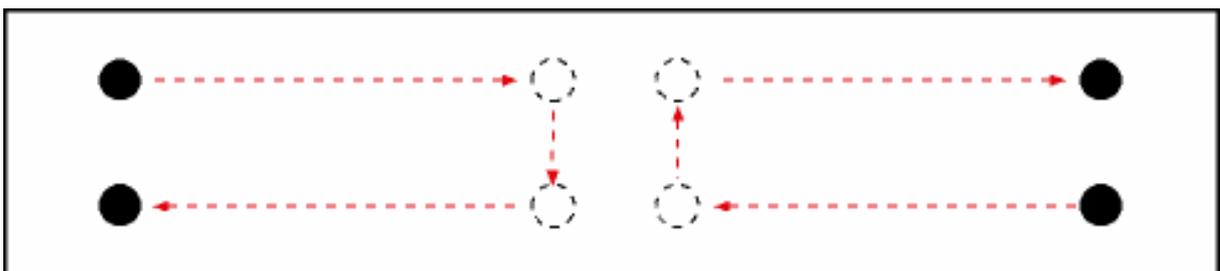
Figura 11 – Movimentos ambíguos



Na Figura 12, o efeito é visto entre os vizinhos mais próximos, horizontalmente na esquerda e verticalmente na direita. Os trajetos mais curtos são mais convincentes.

Figura 12 – Proximidade de Objetos

O esquema torna-se mais confuso, quando o sistema visual se confronta com duas correspondências possíveis. Os pontos são vistos se movendo horizontalmente, mas em sentidos opostos conforme a Figura 13, ou ainda são vistos saltando ao centro, conforme a Figura 14.

Figura 13 – Sentido Horizontal**Figura 14 – Sentido em “U”**

Na prática, os observadores sempre veem os pontos se movendo em sentido paralelo, nunca cruzando-se. O sistema visual percebe movimento linear em preferência a alterações bruscas de direção, comprovando assim a lei de Newton, que “os objetos em movimento tendem a continuar seu movimento ao longo de uma trajetória em linha reta”.

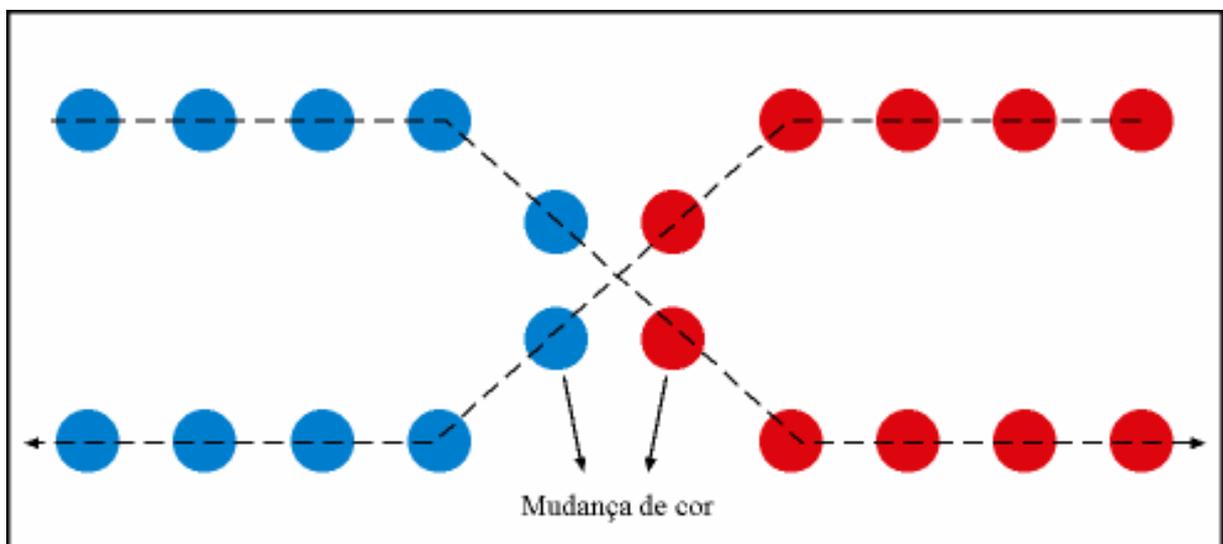
Para produzir estas ilusões, por meio de uma pesquisa ponto a ponto, o cérebro necessita de algum modo invalidar as centenas de comparações. É possível que o cérebro

trabalhosamente pesquise todos os pontos e então submeta-se a uma pesquisa para uma série de testes de eliminação [REI1996].

A trajetória em forma de “U”, somente é percebida quando as linhas paralelas se encontram muito próximas uma da outra. Neste caso a lei de Newton entra em conflito com a tendência de competição para perceber o movimento entre os pontos idênticos.

Um outro exemplo de ilusão de movimentos vê-se na Figura 15, também demonstrado por Ramachandram e Anstis [RAM 1986]. Neste exemplo, bolinhas azuis se deslocam para a direita. A partir de um certo ponto, descem trocando a sua cor para vermelho e daí seguem o seu movimento no mesmo sentido à direita. O mesmo movimento acontece com as bolinhas vermelhas que se deslocam para a esquerda, descem trocando sua cor para azul e seguem o movimento para o mesmo sentido à esquerda. Na prática, os observadores percebem movimentos circulares, ou seja, as bolinhas azuis se deslocam para a direita, descem retornando, em seguida, para a esquerda. O mesmo ocorre para as bolinhas vermelhas. O que provoca essa ilusão de movimentos é a mudança de cor dos objetos que não é percebida pelos observadores.

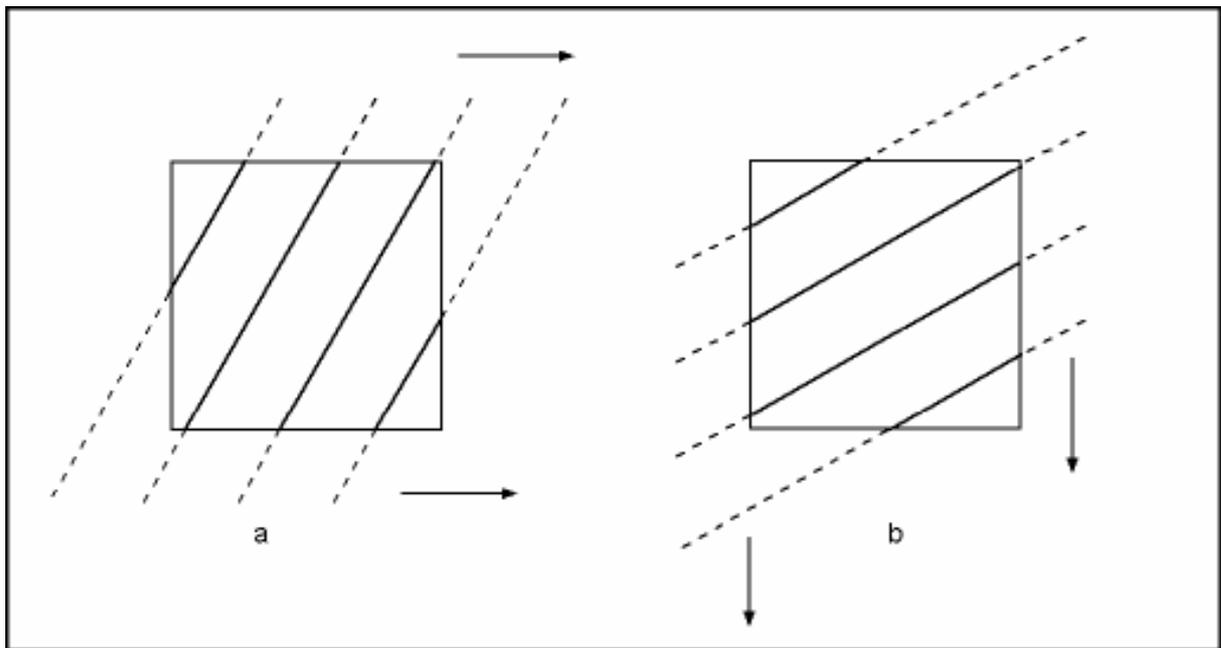
Figura 15 – Movimento Cruzado



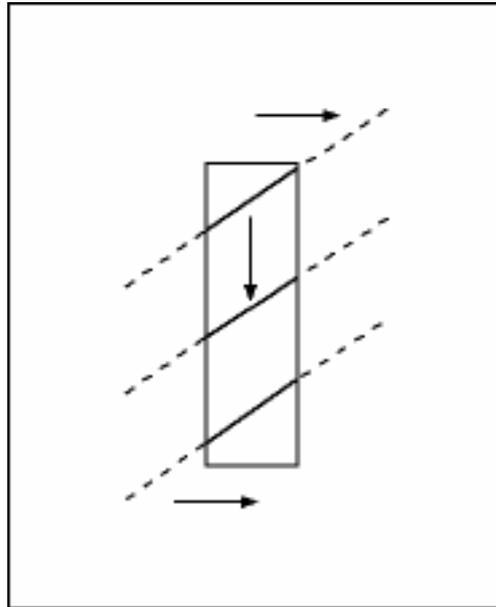
Uma situação de movimento ambíguo, pode ser vista na Figura 16, mostrado em duas posições *a* e *b*. Tem-se a ilustração de uma janela quadrada, por trás da qual passa um padrão de linhas oblíquas. As linhas podem passar tanto no sentido horizontal como no vertical, que a percepção em si será sempre a mesma. Na posição *a* as linhas se movem horizontalmente,

enquanto que em b , verticalmente. A percepção, no entanto, é exatamente igual, qualquer que seja a direção do movimento das linhas observadas através da janela quadrada. A ambiguidade resulta do fato de que cada elemento, no caso das listras, é igual ao outro, de modo que o observador não pode diferenciar um do outro. Basta ter um elemento de distinção que o movimento passa a ser percebido somente no sentido correto. É o que ocorre quando um dos lados da janela é maior [SIM1985].

Figura 16 – Movimento Horizontal e Vertical



Na Figura 17, com a janela retangular ao invés de quadrada, já há uma direção preferencial de percepção. No caso, paralela ao eixo mais longo. “Apesar das listras se movimentarem horizontalmente pela janela de forma retangular, o observador verá um padrão de listras se movimentando no sentido do eixo mais longo da janela retangular; no caso, em sentido vertical” [SIM1985].

Figura 17 – Movimento Horizontal

Conforme já foi dito anteriormente, acredita-se que a percepção do Movimento Aparente seja controlada num estágio anterior do processamento visual, como resultante de um conjunto de *tricks* (ilusões) adquiridos através da seleção natural durante milhões de anos de evolução [RAM1986].

Um *trick* do sistema visual é o de extrair fatores salientes, tais como grupos de pontos em vez de pontos individuais, de uma complexa visualização. Isto diminui o número de potenciais pesquisas e acelera o processo perceptivo. O segundo *trick* é que o sistema visual assume que o mundo físico não é confuso, ou seja, sem forma definida, mas sim regido pelas propriedades físicas predizíveis ao mundo [REI1996].

Nosso sistema visual evoluiu no sentido de garantir nossa sobrevivência. Desde que não estejamos nos defrontando com alguns dos “poucos” estímulos que provocam ilusões perceptivas. Apesar dos diversos assuntos de percepção serem estudados há muitos anos por um grande contingente de pesquisadores, muitos fenômenos ainda carecem de explicação. Podem talvez parecer problemas menores, mas explicar estes fenômenos perceptivos auxiliaria a desvendar o funcionamento do cérebro, o que significa, em última análise conhecer o ser humano.

5 DESENVOLVIMENTO DO PROTÓTIPO

Com base nos conceitos apresentados nos capítulos anteriores, tornou-se possível o desenvolvimento do protótipo de uma ferramenta que permite gerar Movimento Aparente de objetos. Neste capítulo, será abordado a especificação e o funcionamento do protótipo.

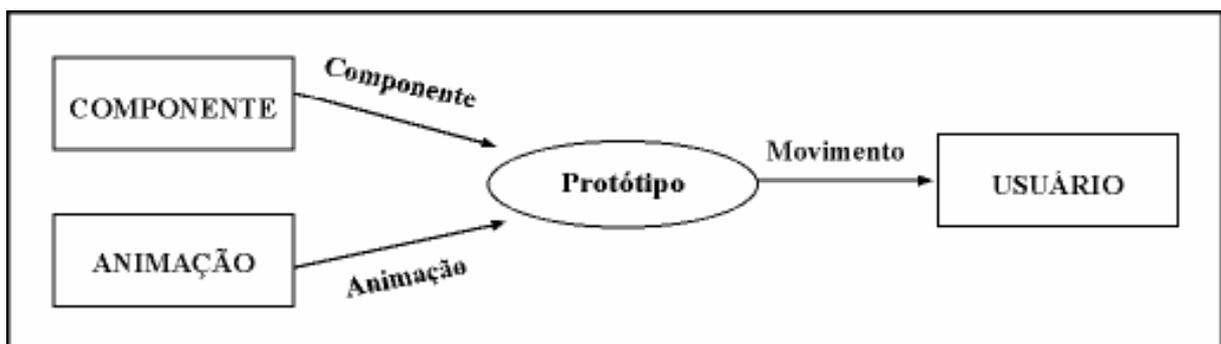
5.1 ESPECIFICAÇÃO DO PROTÓTIPO

Segundo [MEL1990], para o desenvolvimento de sistemas de informação, a prototipação representa uma boa solução para a maioria dos problemas. A metodologia de prototipação de sistemas utilizada neste protótipo é a *prototipação evolutiva*. Conforme [MEL1990], na prototipação evolutiva, o produto final será o próprio sistema, na sua forma mais aperfeiçoada. A prototipação evolutiva é usada na identificação gradual do problema e na construção de modelos concretos, adaptados e corrigidos a medida que o usuário e o analista vão conhecendo a realidade e a solução do problema

5.1.1 DIAGRAMA DE CONTEXTO

O Diagrama de Contexto é uma representação gráfica do sistema como um todo e os seus relacionamentos. Na Figura 18, tem-se como escopo deste protótipo os componentes, a animação e a visualização dos movimentos pelo usuário.

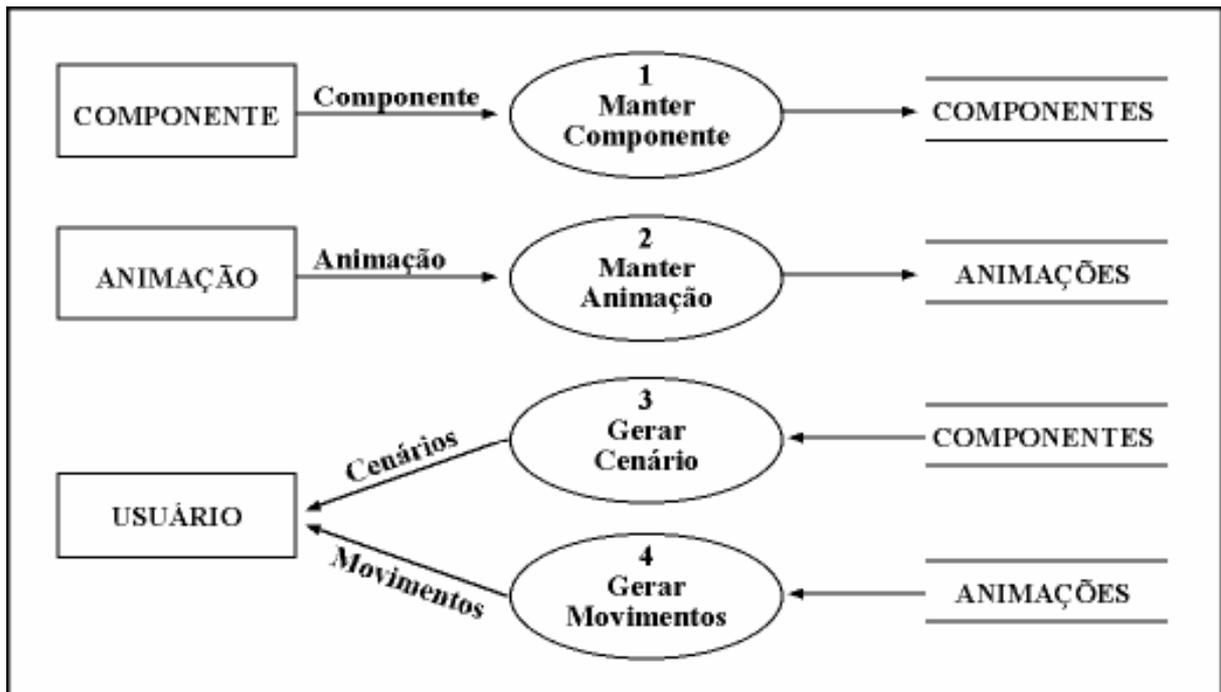
Figura 18 – Diagrama de Contexto



5.1.2 DIAGRAMA DE FLUXO DE DADOS

Na Figura 19, encontra-se o Diagrama de Fluxo de Dados de nível 1, que descreve o fluxo de informação e as transformações que são aplicadas à medida que os dados se movimentam da entrada para a saída.

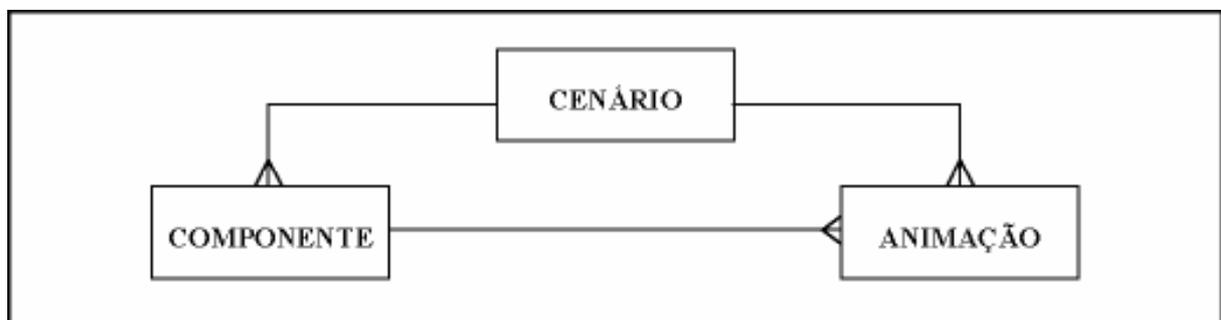
Figura 19 – Diagrama de Fluxo de Dados



5.1.3 MER

Na Figura 20, encontra-se o Modelo de Entidade e Relacionamento.

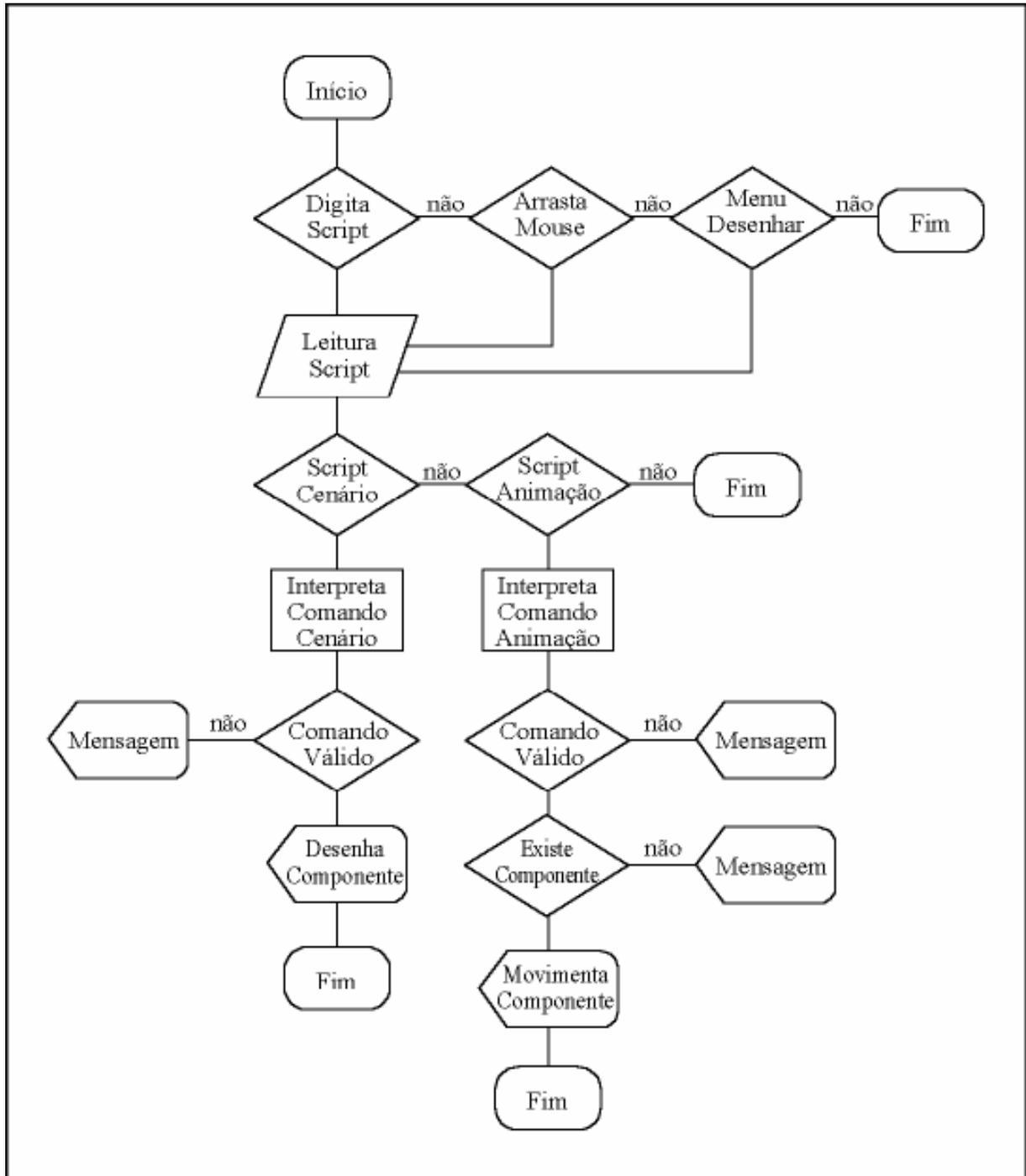
Figura 20 – MER



5.1.4 FLUXOGRAMA

Na Figura 21, encontra-se o Fluxograma geral do protótipo.

Figura 21 – Fluxograma Geral do Protótipo



5.1.5 DICIONÁRIO DE DADOS

Componente = Nome_Comp + Tipo_Comp + Coordenada + Cor;

Animação = Id + Componente + Tipo_Ani + Deslocamento + Total_Frames +
Frame_Atual + Cor;

Tipo_Comp = [Elipse/Retângulo/Linha];

Tipo_Ani = [Move/Cor/Timer];

5.1.6 ESTRUTURA DO PROTÓTIPO

O protótipo segue uma programação estruturada baseada em listas lineares. “Uma lista linear agrupa informações referentes a um conjunto de elementos que, de alguma forma, se relacionam entre si” [SZW1994]. Tomando como pressuposto a definição das cenas e da animação, tem-se duas listas: *lista componente* e *lista animação*.

Os componentes quando desenhados são inseridos em uma lista denominada *fila*. A utilização de duas listas lineares justifica a utilização de alocação encadeada, também conhecida como alocação dinâmica, uma vez que posições de memória são alocadas (ou desalocadas) na medida em que são necessárias. Os nós da lista são interligados por ponteiros, que indicam a posição do próximo elemento da lista.

Durante a animação dos componentes é criada uma lista em tempo de execução chamada de *componentes movimentados* a fim de haver um controle na execução das animações para cada componente movimentado. O gerenciamento das animações é feito através do componente *Timer*.

5.1.7 ARQUIVOS DE SCRIPT

Conforme mencionado no capítulo quatro, verificou-se que Ramachandram (1986) implementou uma ferramenta que gera animação através de *scripts*. O protótipo desenvolvido possui semelhanças em relação ao Protótipo de um Ambiente de Visualização e Animação Gráfico [SHU1998], pois ambos utilizam o *script* para a definição da animação.

Os arquivos de *script* são de formato tipo texto, que são identificados com extensão (*.cen) para o cenário e (*.ani) para a animação. Cada linha de comando no *script* do cenário, representa um componente e cada linha de comando no *script* da animação, representa um movimento.

O *script* do cenário segue um padrão de semântica conforme descrito na Tabela 1. Como representação das linhas do *script* do cenário tem-se o seguinte exemplo, “círculo=elipse (10,20,50,70, azul)” .

Tabela 1 – Semântica dos comandos do *script* do Cenário

Comandos	Significados dos Comandos
círculo	nome que recebe o componente
elipse	tipo do componente
10	corresponde a coordenada x1
20	corresponde a coordenada y1
50	corresponde a coordenada x2
70	corresponde a coordenada y2
azul	representa a cor do componente

Cada componente deverá ter o seu nome de modo a ser identificado quando for requisitado para fazer a animação. Os componentes no sistema podem ser de 3 tipos: retângulo, elipse ou linha. As coordenadas são a localização do componente na área de desenho. As cores podem ser obtidas através dos nomes, como: vermelho, amarelo, azul, verde, preto, branco, rosa, roxo; ou, então, digitando-se os valores que correspondem à escala de cores RGB.

O *script* da animação também segue a mesma lógica do *script* do cenário. Tem-se três representações como exemplos: “move (círculo, 10,0,20)” (Tabela 2), “cor (círculo, vermelha)” (Tabela 3) e “timer (200)” (Tabela 4).

Tabela 2 – Semântica do comando “move” do *script* da Animação

Comandos	Significados dos comandos
Move	comando para movimentar o componente
Circulo	nome do componente que será movimentado
10	deslocamento no sentido horizontal
0	deslocamento no sentido vertical
20	quantidade de <i>frames</i>

Tabela 3 – Semântica do comando “cor” do *script* da Animação

Comandos	Significados dos comandos
cor	comando para alterar a cor do componente
Circulo	nome do objeto que será alterada a cor
Vermelha	cor que receberá o componente

Tabela 4 – Semântica do comando “timer” do *script* da Animação

Comandos	Significados dos comandos
timer	comando de tempo
200	intervalo de tempo

A idéia de se ter dois *scripts* no protótipo, um para cenário e outro para animação, é para permitir que se tenha uma mesma cena com movimentos diferentes, ou seja, para um mesmo cenário, dois *scripts* diferentes de animação.

5.2 IMPLEMENTAÇÃO DO PROTÓTIPO

Este protótipo teve sua implementação no ambiente *Delphi* 3.0, por ter sido considerado satisfatório para o desenvolvimento deste trabalho. A propriedade *TCanvas* do *Delphi*, é uma classe que contém funções para desenhar figuras geométricas em uma área de desenho dos formulários e de outros componentes gráficos como o *TPaintBox* ou o *TImage*.

Conforme [CAN1997], um recurso importante da propriedade *TCanvas* é que ela consiste em métodos que tornam o uso de imagens gráficas relativamente simples no *Delphi*, visto que, toda a sobrecarga e contabilidade feita é abstraída na implementação.

Segundo [OSI1997], para o desenvolvimento de aplicações com animações, pode-se configurar um *buffer* duplo no *Delphi*, ou seja, criar um *bitmap* na memória e usá-lo como *buffer* temporário. Desenha-se a imagem no *bitmap* e quando cada *frame* for desenhado, o uso do método *CopyRect* copia a imagem do *buffer* de vídeo para a área de desenho.

5.2.1 REPRESENTAÇÃO DOS COMPONENTES E MOVIMENTOS

Os componentes são as figuras a serem desenhadas na área de desenho. Estão representados como registros, onde se tem as seguintes propriedades (Quadro 1):

Quadro 1 – Registro Componente

```
TComponente = record
    Tipo: tTComponente;
    Nome: string;
    Coordenada: tRect;
    Cor: tColor;
    Proximo: tPtrComponente;
end;
```

Os movimentos são também representados como registros, onde se tem as seguintes propriedades (Quadro2):

Quadro 2 – Registro Animação

```
TAnimação = record
    Id: integer;
    Componente: string;
    Tipo: tTAnimação;
    Deslocamento: tPoint;
    TotalFrames: LongInt;
    Frame_Atual: LongInt;
    Cor: tColor;
    Proximo: tPtrComponente;
end;
```

5.2.2 INTERPRETAÇÃO DOS COMANDOS

Os arquivos de *scripts* (ítem 5.1.7), precisam ser interpretados para se construir o cenário e a animação. No Anexo B tem-se o algoritmo para a interpretação do comando do cenário. Lê-se cada posição na linha até encontrar um caracter de parada para leitura. Para ler, por exemplo, o campo onde se encontra o nome do componente, a leitura é feita até encontrar o caracter '='. A interpretação dos comandos para a animação obedecem a mesma estrutura, sendo que existem três comandos para a animação, conforme mostrado nas Tabelas 2, 3 e 4. Há uma *procedure* para interpretar cada comando de animação: “move”, “cor” e “timer”.

5.2.3 DESENHO DOS COMPONENTES

Após a interpretação dos comandos do *script* de cenário, os componentes são adicionados na Lista Componente e desenhados na tela. Veja no Quadro 3.

Quadro 3 – Algoritmo para desenhar os componentes

```

Procedure Desenha_Componente(pImage:tImage;
  pComp:tComponente);
begin
  Case pComp.Tipo of
  TElipse: begin
    pImage.Canvas.Brush.Color:= pComp.Cor;
    pImage.Canvas.Ellipse
      (pComp.Coordenada.Left,
      pComp.Coordenada.Top,
      pComp.Coordenada.Right,
      pComp.Coordenada.Bottom);
    end;
  end;
end;

```

Toda alteração feita no *script* do cenário, remove da lista os componentes anteriores e a Lista Componente então é atualizada na memória e na tela.

5.2.4 ANIMAÇÃO DOS COMPONENTES

Após a leitura dos comandos da animação no *script*, estes são interpretados, adicionados na Lista Animação e estão prontos para serem executados. O *play* fará a execução da animação através da chamada da *procedure* Timer; veja no (Anexo C) o seu

algoritmo. O intervalo do *Timer* quando está parado tem o valor 0 (zero) e quando está executando seu valor altera para 1.

Note que é criada uma lista auxiliar chamada de `Cmps_Movimentados` em tempo de execução. Se o componente não foi movimentado ele movimenta o componente, (veja no Anexo D, a procedure `Executa_Instrução_Animação`) e adiciona-o na lista `Cmps_Movimentados`.

A função `Ja_Em_Movimento` não permite que se execute um segundo movimento para um mesmo componente se este não terminou de executar o primeiro movimento. Quer dizer, no *script* da animação pode-se ter mais de um movimento para um mesmo componente.

Se o *loop* não estiver checado, assim que encerrar os movimentos lidos no *script* da animação, a lista de `Cmps_Movimentados` é liberada da memória e o intervalo do *Timer* recebe 0 (zero), ou seja, ele pára. Nisto volta tudo para o estado inicial, ou seja, é feita a construção do cenário, e interpretado os movimentos do *script* da animação. Neste caso, está pronto para mais uma instrução do botão *play*. Caso o *loop* estiver checado, os movimentos serão contínuos.

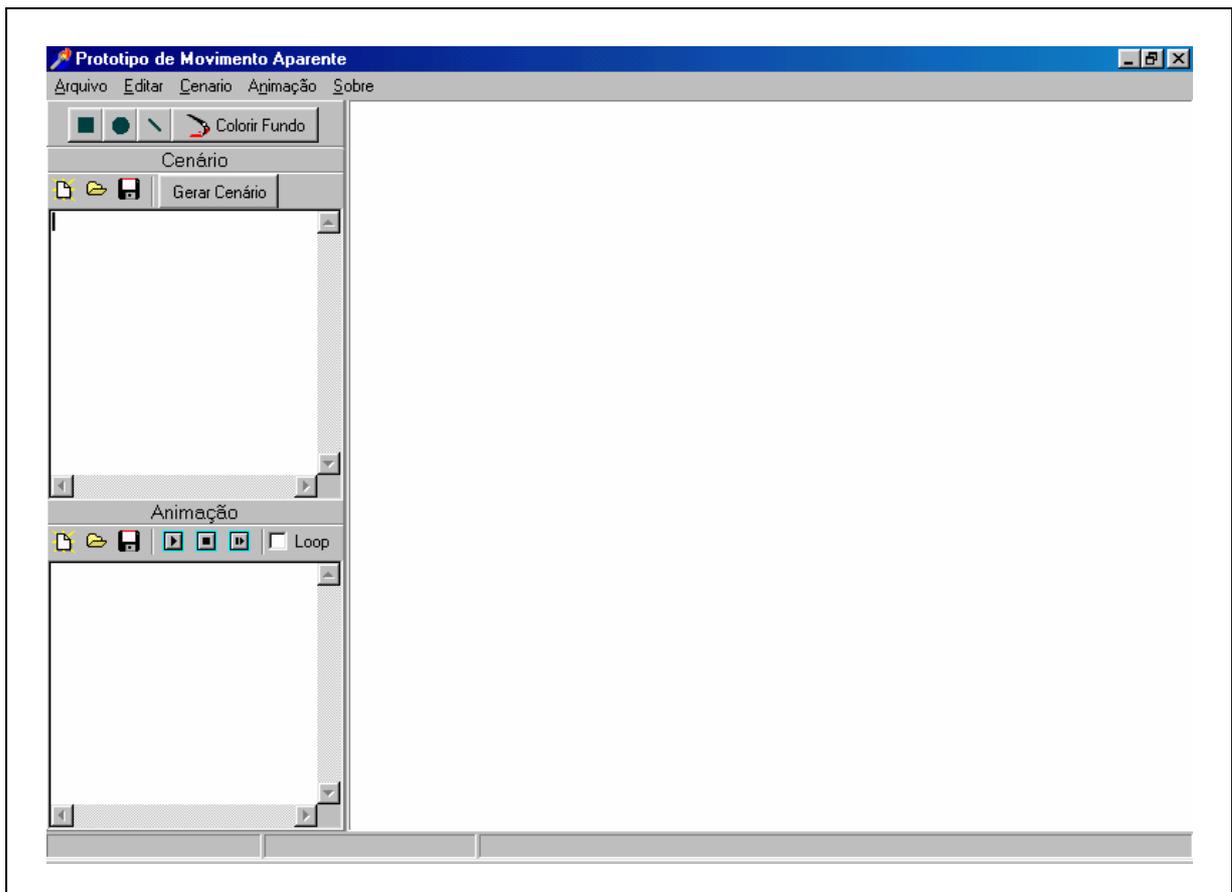
Quando se está animando ou movendo imagens é importante que o movimento pareça suave para o usuário. Para animar um componente, este deverá ser desenhado em uma nova posição. Seguindo o mesmo conceito de animações criadas em desenhos animados, ou seja, os *frames* são mostrados em uma sequência de imagens; deve-se desenhá-los na nova posição e apagar a posição anterior. Para isto, deve-se evitar que a imagem pareça cintilar na tela, ou seja, que não tenha um efeito “tremido”.

O recurso utilizado para fazer com que os movimentos sejam suaves, foi criar uma área de desenho na memória do computador, utilizando-a como temporária, a qual se nomeou de *buffer*. Quando é criado o cenário, os componentes são desenhados diretamente na tela. Durante a animação, cada *frame* é desenhado no “*buffer*”. Através do método `CopyRect` copia-se a imagem do *buffer* para a tela. Após a execução da animação, a área de desenho é liberada da memória. Este procedimento anima os componentes de modo suave e o desempenho é bastante satisfatório.

5.3 FUNCIONAMENTO DO PROTÓTIPO

Neste ponto será descrito o funcionamento do Protótipo. A tela de edição para a construção do cenário e das animações pode ser vista na (Figura 22). O protótipo possui um menu Principal, uma barra de *status*, botões relativos aos ítems dos menus e às funções de desenho, dois editores de texto e uma área de desenho.

Figura 22 – Tela Principal do Protótipo



O Menu Principal é composto por: menu Arquivo, menu Editar, menu Cenário, menu Animação e menu Sobre.

5.3.1 MENU ARQUIVO

O menu Arquivo (Figura 23), oferece opções para carregar arquivos já existentes tanto para cenário como para animação, criar novos arquivos de cenário e animação e, sair. Permite manipular somente arquivos no formato texto. Para salvar ou abrir arquivos do cenário o formato usado é (*.cen), e para salvar e abrir arquivos de animação o formato usado é (*.ani).

Figura 23 – Menu Arquivo



5.3.2 MENU EDITAR

O menu Editar permite copiar e colar textos dos *scripts* de animação. A opção “limpar tudo” fará com que seja apagado o conteúdo dos dois *scripts* e da área de desenho.

Figura 24 – Menu Editar



5.3.3 MENU CENÁRIO

O menu Cenário (Figura 25), disponibiliza a opção para definir a cor de fundo do cenário e as opções de desenho das figuras. Selecionando a opção desejada define-se através do submenu as suas coordenadas e a cor que irá compor o objeto, conforme a Figura 26.

Figura 25 – Menu Cenário





Figura 26 – Janela Retângulo



5.3.4 MENU ANIMAÇÃO

O menu Animação possui as opções de executar (F4), pausa (F5), parar (F6) e passo-a-passo (F7). A animação será executada através dos comandos lidos sequencialmente no *script* (Figura 27).

Figura 27 – Menu Animação



5.3.5 MENU SOBRE

O menu Sobre contém informações sobre o desenvolvimento do protótipo.

Figura 28 – Menu Sobre



A Figura 29, mostra os botões de atalho para as funções existentes, de modo a agilizar o acesso às funções do protótipo.

Figura 29 – Barra de ícones



Os botões do conjunto 'A' fazem parte do *script* do cenário. Manipulam arquivos no formato texto com extensão (*.cen). Permitem criar um novo *script*, abrir, salvar e gerar o cenário na tela. Os botões dos conjuntos 'B' e 'C' fazem parte do *script* de animação. Manipulam arquivos de formato texto com extensão (*.ani), permitindo também criar um novo *script*, abrir e salvar. Respectivamente os botões dispostos no conjunto 'C' são: botão play/pausa, parar, passo-a-passo e loop. Enquanto uma animação estiver sendo executada o botão play vira pausa. Quando é interrompida a animação através do botão parar ou do próprio pausa, o botão pausa vira play. Os botões do conjunto 'D' são *paletes* para desenhar figuras na área de desenho através do clique e arrasto do *mouse*. É possível desenhar quadrados, círculos e linhas. O botão do conjunto 'E', serve para colorir o fundo do cenário.

5.3.6 CRIANDO UM CENÁRIO

Para gerar movimento de componentes, deve-se primeiramente construir o cenário. Os componentes que irão compor a cena podem ser gerados através do menu, do arrastamento do *mouse*, ou através de um *script*.

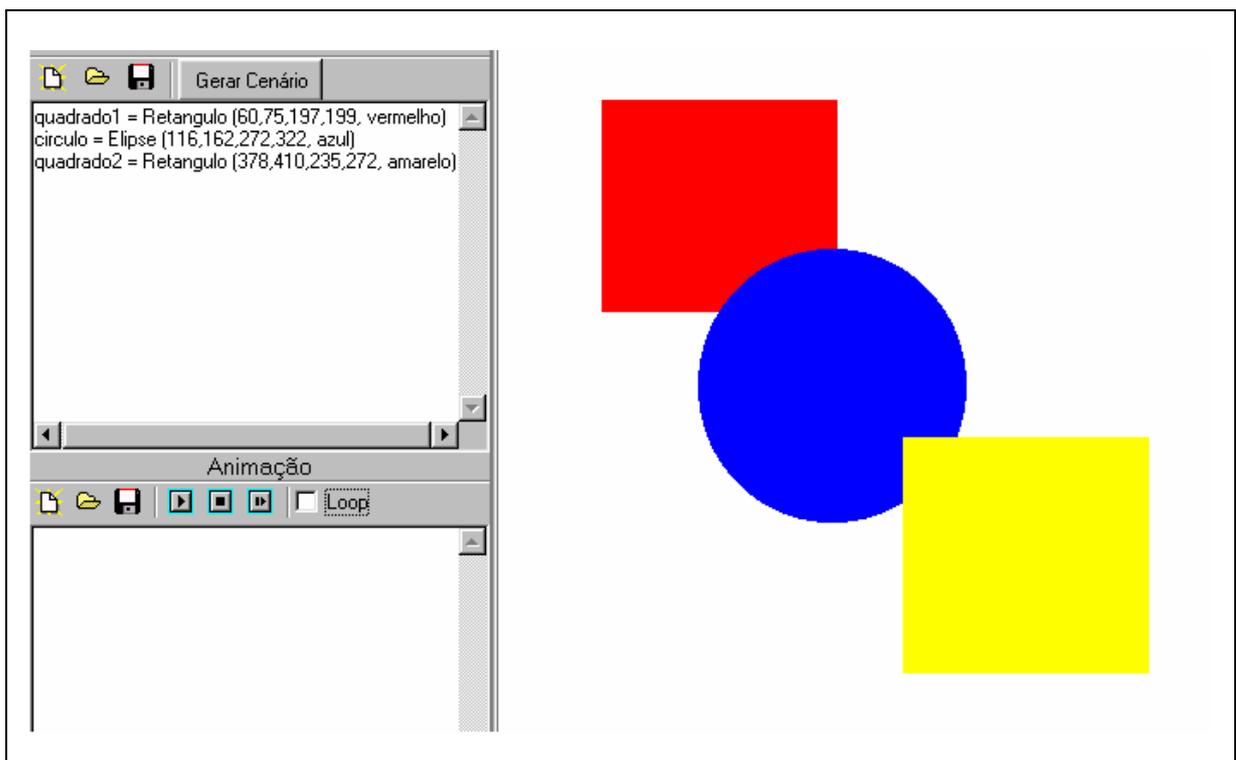
Ao escolher a opção de menu retângulo, por exemplo, é aberta uma janela onde se digitam as coordenadas, cor e nome que o componente receberá. Após o *click* do botão OK, o componente é desenhado na área de desenho e aparecerão na linha do *script* do cenário os parâmetros deste componente.

Escolhendo o arrastamento do *mouse*, clica-se no botão desejado com o desenho do componente. Em seguida, clica-se e arrasta-se o cursor do *mouse* na área de desenho. Ao soltar o botão do *mouse* é exibida uma janela com os campos das coordenadas já preenchidos de acordo com a sua posição na área de desenho. Escolhe-se a cor e dá-se um nome a este componente. Aparecerão na linha do *script* todos os seus parâmetros.

Gerando o cenário através do *script*, precisa-se obedecer um padrão pré-definido, veja (Seção 5.1.7). Para cada componente digita-se o seu nome, tipo, coordenadas e cor. O botão gerar cenário fará a interpretação dos comandos e desenhará os componentes na tela.

Veja na Figura 30, um exemplo de desenho dos componentes e seus respectivos parâmetros no *script* do cenário.

Figura 30 – Desenho dos Componentes



A ordem dos componentes no *script* obedece a mesma ordem em que foram desenhados. O último componente a ser desenhado é o que estará em primeiro plano na área de desenho, ou seja, acima dos outros componentes. Para inverter a ordem, troca-se as linhas no *script* do cenário, e em seguida clica-se no botão “gerar cenário” para atualizar os desenhos dos componentes na tela. Para remover um componente da área de desenho, seleciona-se a linha no *script* do cenário referente ao componente a ser removido, e delete-se na. Por fim, clica-se em “gerar cenário” para atualizar o cenário na tela.

5.3.7 CRIANDO UMA ANIMAÇÃO

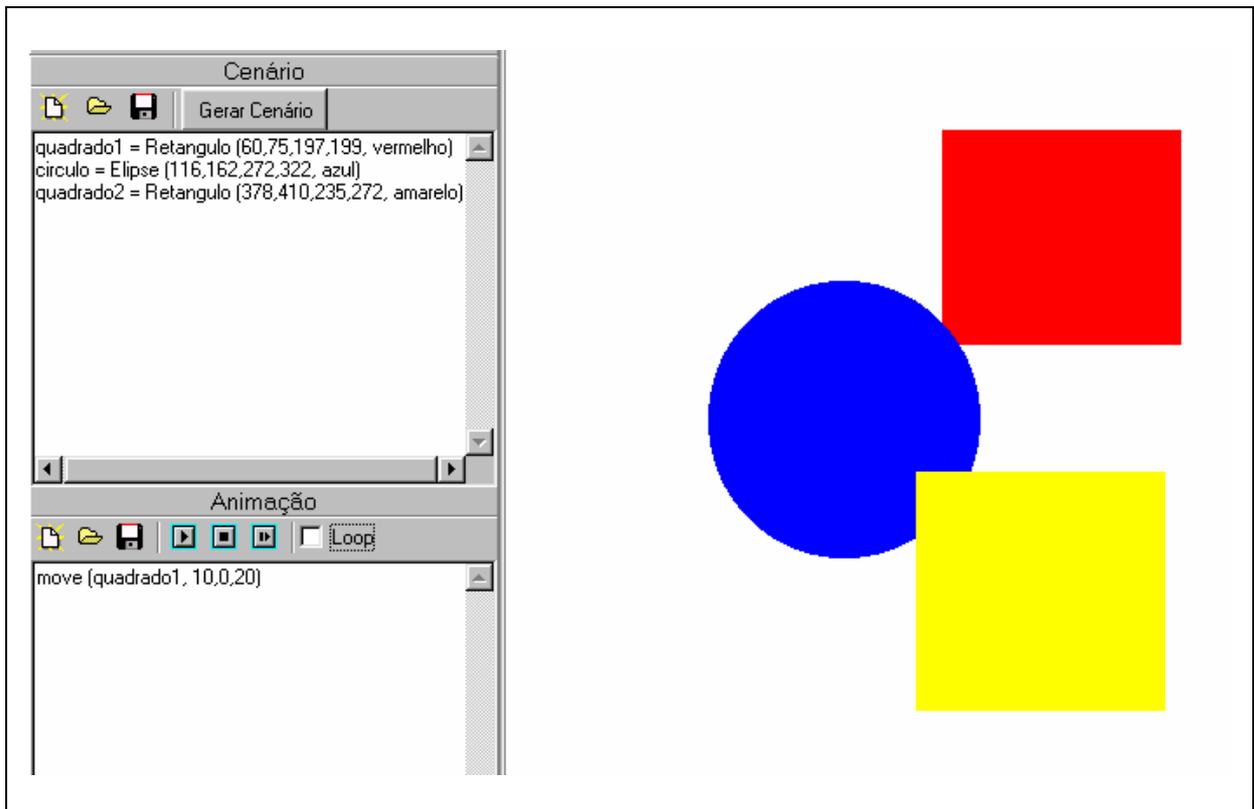
Com o cenário pronto, anima-se estes componentes através do *script* da animação. Veja na (seção 5.1.7) os comandos de animação.

Primeiramente, digita-se os comandos de movimento no *script* da animação. O botão *play* quando pressionado fará a animação. Os componentes poderão ser deslocados no sentido horizontal e vertical, ou ainda diagonalmente atribuindo-se valores às coordenadas x e y. Os botões seguidos do *play*, como o “parar” e “passo-a-passo” executam o comando propriamente dito. Param ou executam um movimento de cada vez. Ao selecionar-se o *loop*, os movimentos serão contínuos.

Um componente poderá ter vários movimentos. Cada linha de comando no *script* referir-se-á a um comando. Anima-se, por exemplo, o quadrado vermelho com o comando “move (quadrado, 10,0,20)”. Este comando movimentará o quadrado para a direita 10 pixels durante 20 *frames*, ou seja, 20 vezes. Para movimentá-lo mais rápido pode-se atribuir um deslocamento maior, como por exemplo “move (20,0,20)”. Neste caso, a velocidade será duas vezes maior que o primeiro movimento e a distância também será mais longa, pois se deslocará 20 pixels durante 20 vezes.

Veja na Figura 31 o deslocamento do quadrado vermelho na sua última posição para o comando “move (quadrado, 10,0,20)”.

Figura 31 – Animação dos Componentes



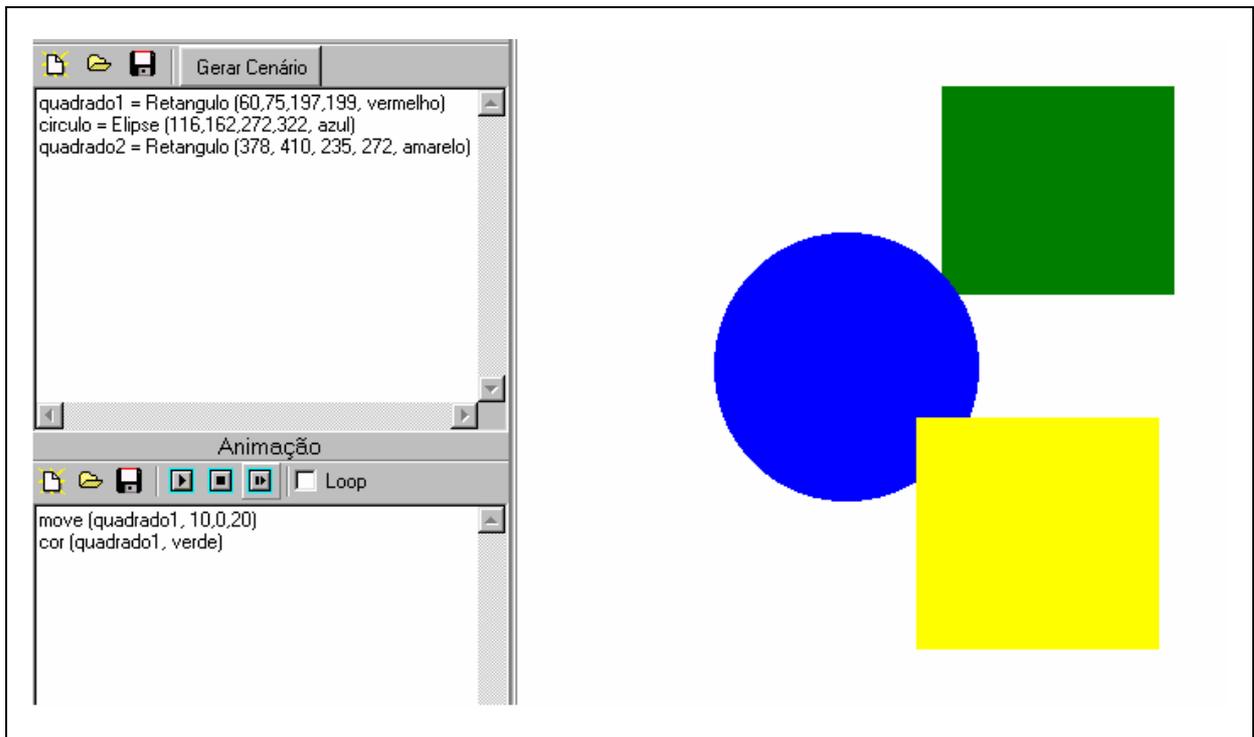
Um outro tipo de animação pode ser realizado através de um comando “timer”. Digamos que se queira um movimento saltitante, ou melhor, o objeto em vez de deslizar pela área de desenho deverá saltar sobre ela. No entanto, o valor do *frame* deverá ser 2. Um é a posição que ele já ocupa e o valor 2 corresponde a apenas um salto. Digita-se, então:

```
timer (200)
```

```
move (quadrado, 200,0,2)
```

O quadrado irá dar um “salto” da posição de onde ele se encontra, até a posição 200. Atribuindo um valor maior ou menor ao “timer” pode-se aumentar ou diminuir a velocidade do movimento.

O terceiro comando de animação é o “cor”, que permite alterar a cor do objeto enquanto este estiver se movimentando. Assim na Figura 32, observa-se que o quadrado tem a sua cor alterada quando alcança o *frame* 20.

Figura 32 – Alterando a Cor

Após o componente ter alcançado a sua posição no último frame, ele volta para a sua posição inicial, caso o “loop” não estiver checado, conforme a (seção 5.2.4).

Antes de abandonar o programa pode-se salvar o cenário e animação, conforme (seção 5.3.1) para abrí-los mais tarde.

6 ANÁLISE DOS TESTES APLICADOS

Após a implementação do protótipo, foi possível gerar movimento de componentes a fim de comprovar a existência de ilusões de Movimento Aparente.

Foram gerados sete exemplos de movimentos, conforme exemplos citados na (seção 4.2) e realizado testes em forma de questionário (anexo E). Os testes foram realizados com a comunidade acadêmica através da Internet e também com pessoas que não pertencem à comunidade acadêmica, onde se teve a participação de crianças, jovens e adultos, sendo que um total de 20 pessoas responderam ao questionário.

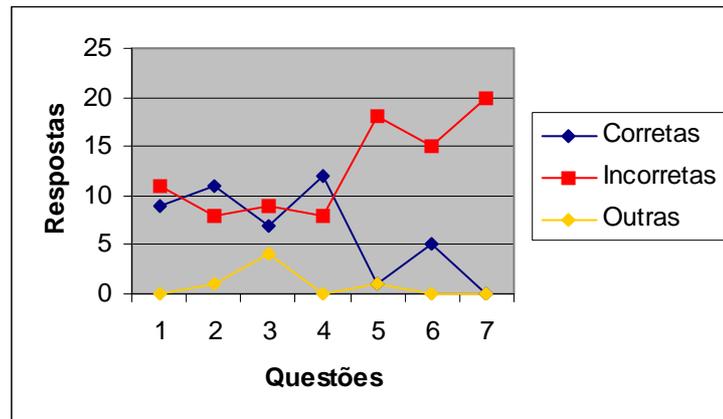
Como resultado dos testes aplicados obteve-se o seguinte quadro de respostas (Tabela 5):

Tabela 5 – Resultado dos Testes

Questão	1	2	3	4	5	6	7
Corretas	9	11	7	12	1	5	0
Incorretas	11	8	9	8	18	15	20
Outras	-	1	4	-	1	-	-

Observou-se que as questões 2 e 4 obtiveram o maior número de respostas corretas, ou seja, os entrevistados perceberam o movimento correto. Nas demais respostas prevaleceu a ocorrência da percepção de ilusão de movimentos. Nas questões 2, 3 e 5, ocorreram outras respostas, ou seja, na questão 2, um entrevistado percebeu a ocorrência dos dois movimentos, na questão 3, quatro entrevistados perceberam movimentos circulares e na questão 5, um entrevistado percebeu que metade das linhas se movimentavam verticalmente para cima, enquanto que a outra metade se movimentava verticalmente para baixo.

Para melhor visualização do resultado da pesquisa, observe o gráfico das respostas da tabela acima:

Figura 33 – Gráfico dos testes aplicados

Analisando o gráfico acima, observa-se que as quatro primeiras questões obtiveram o maior número de acertos, enquanto que as três últimas questões foram as que se mostraram mais difíceis de se perceber o movimento correto.

Durante a realização dos testes, observou-se a existência de percepções visuais diferenciadas entre os entrevistados. As diferenças individuais e o comportamento das pessoas vem a ser um fator muito importante. Alguns observaram os movimentos com bastante atenção procurando analisá-los, enquanto que outros encararam o teste de um modo divertido propiciando um clima descontraído. É evidente que são considerações como estas que tem levado muitos pesquisadores a buscar o entendimento da percepção visual humana.

7 RESULTADOS FINAIS

7.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O protótipo alcançou os objetivos propostos. Desenha e movimenta componentes de modo satisfatório. Dos movimentos gerados no computador, pôde-se comprovar a existência de ilusões de movimentos através do resultado dos testes aplicados.

Através do estudo realizado, verificou-se que muitos fatores envolvem a percepção visual e a percepção de movimentos. Na elaboração de programas para computadores (robôs) em que devem ser incluídas alguma capacidade perceptiva, o programador frequentemente se baseia no que se sabe sobre a função perceptiva análoga do ser humano. O estudo da percepção visual e a observância de fatores perceptivos devem ser considerados na área de Computação Gráfica, apesar de muitos fenômenos perceptivos carecerem de explicação. O que se verificou durante este trabalho é que a percepção é um desafio aos programadores e desenvolvedores de animação, sendo importante considerá-la durante a elaboração de um projeto.

7.2 LIMITAÇÕES

Durante a elaboração deste trabalho, verificou-se que existe pouca literatura sobre Percepção Visual e Percepção do Movimento Aparente na área de Computação Gráfica. Encontrou-se como apoio para pesquisa, livros e textos nas áreas de Psicologia.

7.3 EXTENSÕES

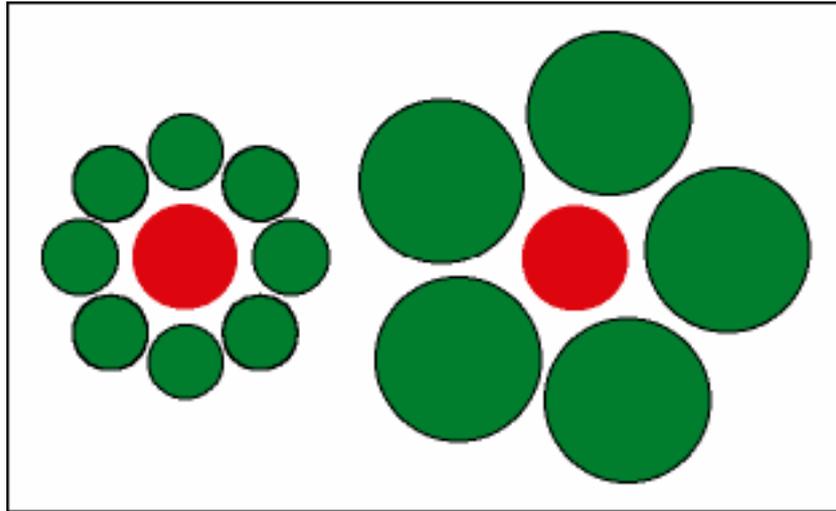
Como extensão deste protótipo sugere-se trabalhar com os outros conceitos da percepção visual: percepção da cor, de profundidade, de tamanho e de forma, que não foram abordadas aqui.

Poder-se-ia trabalhar com mais opções de objetos para a construção do cenário e gerar outros tipos de movimentos, como movimentos circulares.

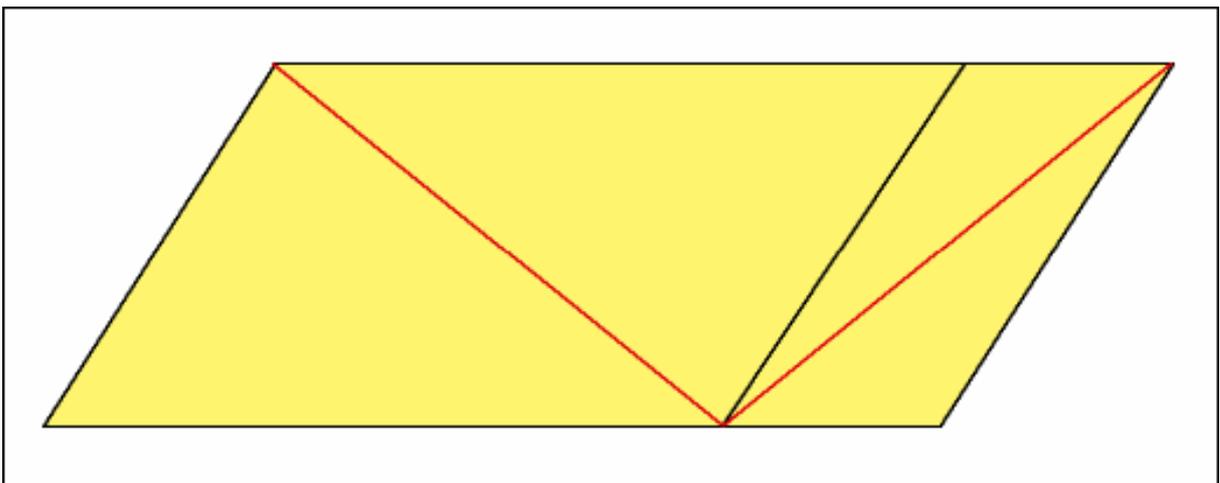
ANEXO A: ILUSÕES ÓTICAS

Durante o desenvolvimento deste trabalho deparou-se com vários exemplos de ilusões visuais que se considera importante ilustrar.

No desenho abaixo, os dois círculos vermelhos ao centro são exatamente do mesmo tamanho.



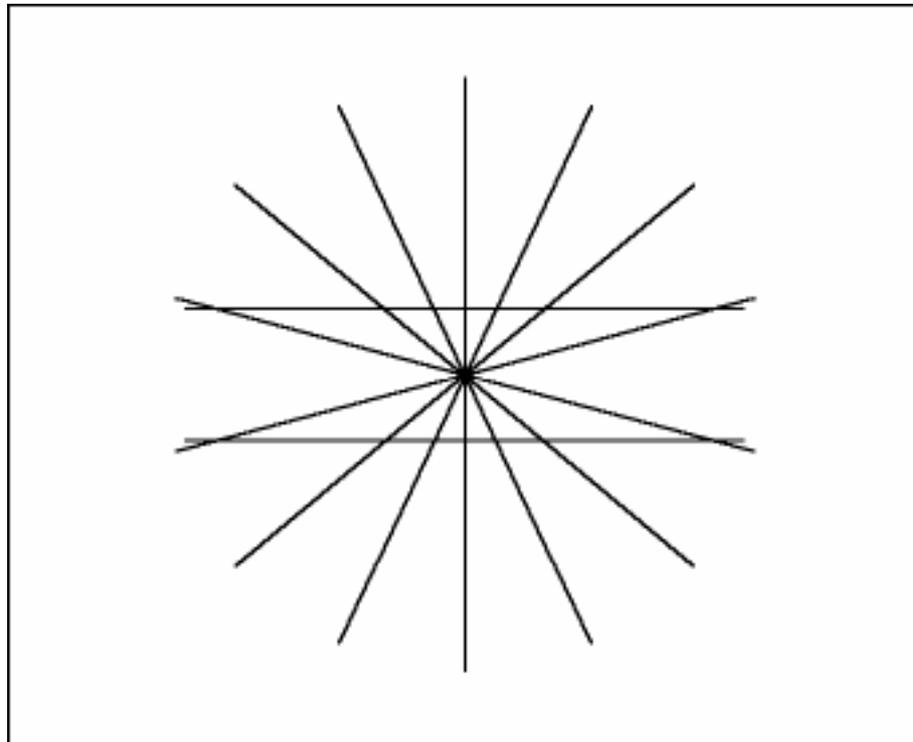
No exemplo a seguir, as duas linhas vermelhas também são do mesmo tamanho.



Do japonês Shigeo Fukuda, 1985, onde está o final da coluna do meio?



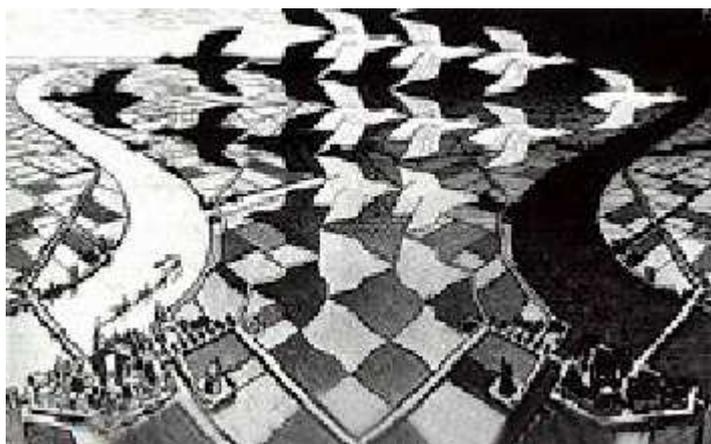
As linhas horizontais são retas perfeitas, embora pareçam curvar-se ao centro.



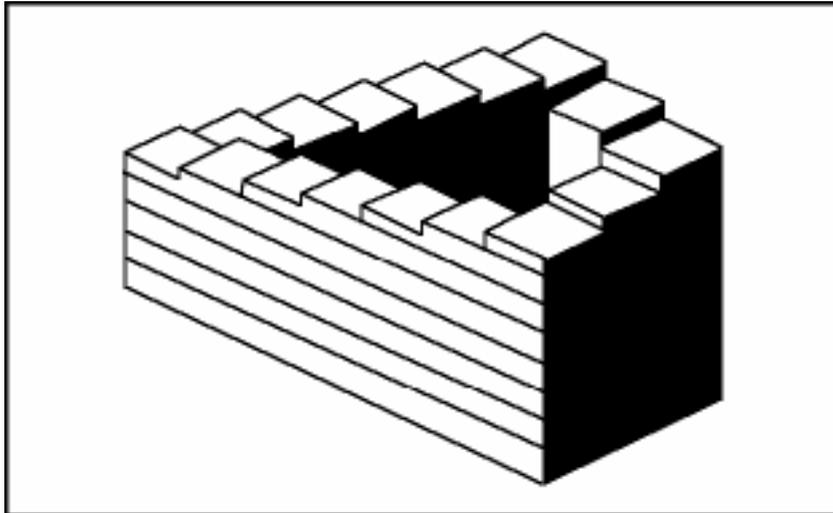
Observando a figura abaixo, percebe-se uma senhora idosa ou uma jovem?



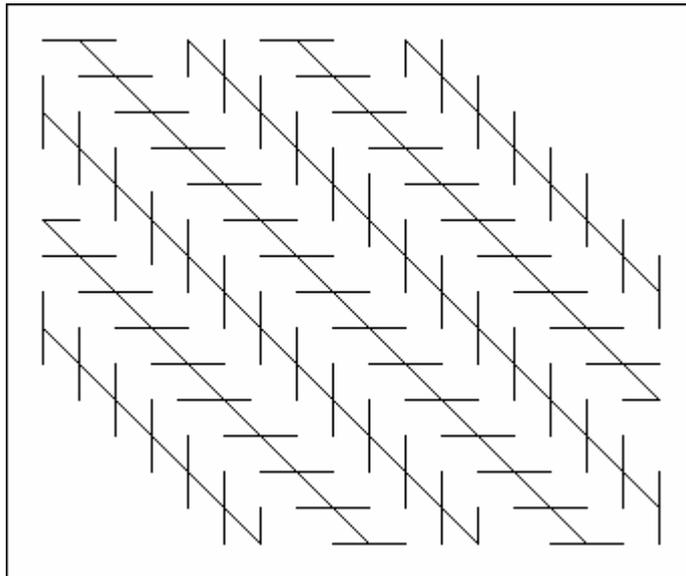
Na tela de M. C. Escher, os pássaros estão voando para a direita ou para a esquerda?



Na escada de Lionel Penrose sempre se desce e nunca se sobe, e vice-versa.



Neste exemplo, todas as linhas são paralelas.



ANEXO B: INTERPRETAÇÃO COMANDO CENÁRIO

```

begin
  FillChar(vComponente, SizeOf(tComponente), 0);
  {Procura "=" para saber qual é o nome do componente}
  vAux := Pos('=', vLinha);
  vComponente.Nome := UpperCase(Trim( Copy(vLinha,1,vAux-1)));
  Delete(vLinha, 1, vAux);

  vAux := Pos('(', vLinha); {Define qual é o tipo de componente}
  vStrAux := UpperCase(trim(Copy(vLinha,1,vAux-1)));
  Delete(vLinha,1,vAux);
  if vStrAux = 'ELIPSE' then
    vComponente.Tipo := tElipse;
  Pega_Parametros_Elipse;
  ...
  procedure Pega_Parametros_Elipse; {lê valor da coordenada X1}
  begin
    vAux := Pos(',', vLinha);
    vComponente.Coordenada.Left := StrToInt(trim
      (Copy(vLinha,1,vAux-1)) );
    Delete(vLinha,1,vAux);

    vAux := Pos(',', vLinha); {lê valor da coordenada Y1}
    vComponente.Coordenada.Top := StrToInt(trim
      (Copy(vLinha,1,vAux-1)) );
    Delete(vLinha,1,vAux);

    vAux := Pos(',', vLinha); {lê valor da coordenada X2}
    vComponente.Coordenada.Right := StrToInt( trim
      (Copy(vLinha,1,vAux-1)) );
    Delete(vLinha,1,vAux);

    vAux := Pos(',', vLinha); {lê valor da coordenada Y2}
    vComponente.Coordenada.Bottom := StrToInt( trim
      (Copy(vLinha,1,vAux-1)) );
    Delete(vLinha,1,vAux);

    vAux := Pos(',', vLinha); {lê cor do objeto}
    vStrAux := Traduz_Cor(trim( Copy(vLinha,1,vAux-1) ));
    vComponente.Cor := StrToInt( vStrAux );
  end;
end;

```



```
begin
    Timer.Interval := 0;
end;
Interpreta_Instrucoes_Cenario
Desenha_Componentes_Lista;
Interpreta_Instrucoes_Movimento;
Imagem1.Refresh;
end;
Cmps_Movimentados.Free;
end;
Timer.Interval := 0;
end;
Pode_Executar := True;
end;
end;
```

ANEXO D: ALGORITMO EXECUTA INSTRUÇÃO ANIMAÇÃO

```

Function Executa_Instrução_Animação(pImage:tImage;
    pMovimento:tPtrAnimacao):Boolean;
{Retorna True se movimentou componente}
var
    Aux : tPtrComponente;
    CmpAux : tPtrComponente

    Function Ja_Em_Movimento:Boolean;
    var
        vAux : tPtrAnimacao;
    begin
        Result := False;
        vAux := Lista_Animacoes;
        while (vAux <> Nil) and Not Result do
            begin
                {verifica se tem outro movimento para este componente}
                if (vAux^.Componente = pMovimento^.Componente)
                    and (vAux^.Id < pMovimento^.Id)
                    and (vAux^.Frame_Atual <
                        vAux^.Total_Frames) then
                    Result := True
                else
                    vAux := vAux^.Proximo;
                end;
            end;
        end;
    ...
begin
    Result := False;
    CmpAux := Nil; {Componente que será movimentado}

    if ((pMovimento^.Tipo = tAMove) and
        (pMovimento^.Frame_Atual >=
            pMovimento.Total_Frames))
        or ((pMovimento^.Tipo = tACor) and
            (pMovimento^.Frame_Atual = 1))
        or (Ja_Em_Movimento) then
        Exit;

    Case pMovimento.Tipo of
        TATimer: pTimer.Interval:= pMovimento^.Total_Frames;
        TAcor:
            begin

```

```
        Localiza_Componente;  
        Result := True;  
        CmpAux^.Cor := pMovimento.Cor;  
        pMovimento^.Frame_Atual := 1;  
    end;  
TAMove:  
    begin  
        Localiza_Componente;  
        Result := True;  
        {Aplica o deslocamento}  
        CmpAux^.Coordenada.Left :=  
        CmpAux^.Coordenada.Left +  
        pMovimento.Deslocamento.X;  
        CmpAux^.Coordenada.Right :=  
        CmpAux^.Coordenada.Right +  
        pMovimento.Deslocamento.X;  
        CmpAux^.Coordenada.Top :=  
        CmpAux^.Coordenada.Top +  
        pMovimento.Deslocamento.Y;  
        CmpAux^.Coordenada.Bottom :=  
        CmpAux^.Coordenada.Bottom +  
        pMovimento.Deslocamento.Y;  
        Inc(pMovimento^.Frame_Atual);  
    end;  
end;
```

ANEXO E: QUESTIONÁRIO

PESQUISA SOBRE PERCEPÇÃO DO MOVIMENTO APARENTE

Prezado(a) Senhor(a):

Sou aluna da FURB do Curso Bacharel em Ciências da Computação, e estou desenvolvendo meu TCC (Trabalho de Conclusão de Curso), na área de Computação Gráfica/Percepção Visual, intitulado Protótipo para Análise da Percepção do Movimento Aparente em Computação Gráfica, utilizando recursos de animação de componentes.

Uma parte importante do TCC, refere-se à validação dos movimentos percebidos pelos usuários do referido protótipo, sendo que uma das formas de avaliação pode ser obtida por um processo estatístico.

Sendo assim, peço a sua contribuição, pois espero concluir meu trabalho com a sua opinião e divulgar os resultados nas conclusões do referido trabalho, o qual ficará disponível na Biblioteca Central da FURB.

Sua contribuição é muito importante e desde já agradeço,

Acadêmica: Marlise Frotscher Milbratz – mbratz@zaz.com.br

Orientador: Prof. Dalton Solano dos Reis – www.ipa.furb.rct-sc.br/dalton

QUESTIONÁRIO

Assinale as questões de acordo com a sua resposta. O seu comentário referente a cada questão também é muito importante.

1-7) De acordo com o movimento observado, pode-se afirmar que:

- a) () Os quadrados movem-se horizontalmente;
- b) () Os quadrados se movimentam em sentido circular.

Comentários: _____

2-7) Observe o movimentos das bolinhas azuis e vermelhas:

- a) () As bolinhas azuis e vermelhas movimentam-se em sentido circular;
- b) () As bolinhas azuis e vermelhas seguem um movimento cruzado.

Comentários: _____

3-7) Neste exemplo as bolinhas estão saltitando na tela:

- a) () em sentido vertical ou;
- b) () em sentido horizontal.

Comentários: _____

4-7) De acordo com o movimento observado, pode-se afirmar que:

- a) () Os quadrados movem-se horizontalmente;
- b) () Os quadrados se movimentam em sentido circular.

Comentários: _____

5-7) O movimento das linhas, ocorre:

- a) () ambos no mesmo sentido;
- b) () em sentidos opostos.

Comentários: _____

6-7) O movimento das linhas, ocorre:

- a) () em sentido horizontal;
- b) () em sentido vertical.

Comentários: _____

7-7) Observe o movimento das bolinhas azuis e verdes:

- a) () o movimento é o mesmo em ambas as cores;
- b) () o movimento não é o mesmo em ambas as cores.

Comentários: _____

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [ATK1995] ATKINSON, Rita L. **Introdução à Psicologia**. Porto Alegre : Artes Médicas, 1995.
- [BIS1997] BISCUOLA, Gualter Jose. **Física**. São Paulo : Ed. Saraiva, 1997.
- [BON2000] BONOMO, Pedro Paulo. **Fisiologia Ocular**. 2000. Endereço eletrônico : <http://www.bonomo.com.br/ocular.htm>.
- [CAL1998] CALÇADA, Caio Sérgio. **Dinâmica, estática**. São Paulo : Atual, 1998.
- [CAN1997] CANTU, Marco. **Dominando o Delphi 3.0**. São Paulo : Makron Books, 1997.
- [GAN1989] GANONG, William Francis. **Fisiologia médica**. São Paulo : Ateneu, 1989.
- [GAT1993] GATASS, Ricardo. **Os mapas da visão**. Ciência Hoje. v. 16, n. 94, p.20-25, set./out. 1993.
- [KRE1973] KRECH, David. **Elementos de Psicologia**. São Paulo : Pioneira, 1973.
- [LEI1999] LEITE, Marcelo. **Linguagem afeta a percepção das cores**. Folha de S. Paulo, 18 mar. 1999.
- [McC1978] McCONNELL, James V. **Psicologia**. Rio de Janeiro : Interamericana, 1978.
- [MEL1990] MELENDEZ FILHO, Rubem. **Prototipação de sistemas de informações: fundamentos, técnicas e metodologias**. Rio de Janeiro : Livros Técnicos e Científicos, 1990.
- [OSI1997] OSIER, Dan. **Aprenda em 21 dias Delphi 2**. Rio de Janeiro : Campus, 1997.
- [RAM1986] RAMACHANDRAN, V. S. The *Perception of apparent motion*. In: Rock I. The Perceptual World. W. H. Freeman and Co. 1986. p. 139-151.
- [REI1996] REIS, Dalton Solano dos. **Percepção de Movimento Aparente**. Trabalho apresentado à Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1996.

- [SEN1999] SENAI. **Tratamento de Imagens – Gerenciamento de Cores**. São Paulo : SENAI, 1999. Apostila.
- [SHU1998] SHU, Ann Margareth. **Protótipo de um ambiente de visualização e animação gráfico**. Trabalho de Conclusão do Curso de Bacharel em Ciências da Computação da Universidade Regional de Blumenau, 1998.
- [SIM1985] SIMÕES, Edda Augusta Quirino. **Psicologia da Percepção**. São Paulo : EPU, 1985.
- [STE2000] STERNBERG, Roberto, J. **Psicologia Cognitiva**. Porto Alegre : Artes Médicas Sul, 2000.
- [SZW1994] SZWARCFITER, Jayme Luiz. **Estrutura de Dados e seus algoritmos**. Rio de Janeiro : LTC – Livros Técnicos e Científicos, 1994.