

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

FERNANDA POZZA

ANÁLISE DE IMAGENS DE REALIDADE AUMENTADA UTILIZADAS EM
PROCEDIMENTOS MÉDICOS: UM ESTUDO EXPLORATÓRIO

CURITIBA
2012

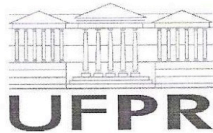
FERNANDA POZZA

ANÁLISE DE IMAGENS DE REALIDADE AUMENTADA UTILIZADAS EM
PROCEDIMENTOS MÉDICOS: UM ESTUDO EXPLORATÓRIO

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Design da Informação, no Programa de Pós-Graduação em Design de Sistemas de Informação, Universidade Federal do Paraná.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Carla G. Spinillo

CURITIBA
2012



Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências Humanas Letras e Artes
Departamento de Design
Programa de Pós Graduação em Design | PPGDesign

TERMO DE APROVAÇÃO

Fernanda Pozza da Costa

“Análise de Imagens de realidade aumentada utilizadas em procedimentos médicos: um estudo exploratório”

Dissertação aprovada como requisito parcial à obtenção de grau de Mestre em Design, no Programa de Pós-Graduação em Design, Setor de Ciências Humanas, Letras e Artes da Universidade Federal do Paraná.

Prof. Dr. Romero Tori
SENAC
Examinador externo

Prof. Drª. Stephania Padovani
Universidade Federal do Paraná
Examinador interno

Profª. Drª. Carla Galvão Spinillo
Universidade Federal do Paraná
Presidente e examinadora interna

Curitiba, 07 de fevereiro de 2012.

Prof. Dr. Adriano Heemann
Vice-Coordenador do Programa de Pós-Graduação
em Design | UFPR

Resumo

Esta dissertação tem como principal objetivo identificar aspectos sintáticos, semânticos e pragmáticos de imagens de realidade aumentada utilizadas em procedimentos médicos, em caráter exploratório. Para tal, foram tratadas teorias referentes à realidade aumentada, à representação e percepção pictórica, assim como abordagens analíticas voltadas a variáveis gráficas de representação. Com base nisso, desenvolveu-se um conjunto de variáveis descritivas, a partir das quais se analisou imagens médicas de realidade aumentada. Foram também realizadas a validação das variáveis com especialistas em design da informação e entrevistas com um médico usuário e dois não usuários dessa tecnologia. Como resultados identificaram-se tendências nos aspectos sintáticos e semânticos da amostra, discutidos aspectos pragmáticos e apontadas questões para futuras investigações e para o aprimoramento das imagens médicas em Realidade Aumentada.

Palavras-chave: Realidade Aumentada. Informação. Representações pictóricas.

Abstract

This work has as main objective to identify syntactic, semantic and pragmatic aspects of augmented reality images used in medical procedures, exploratory. For such theories were addressed regarding the augmented reality, representation and pictorial perception, as well as analytical approaches aimed at graphical representation variables. On this basis, was developed a set of descriptive variables, from which were analyzed medical images of augmented reality. Were also conducted the validation of the variables with experts in information design and interviews with a user physician and two non-users physicians of this technology. As results were identified trends in syntactic and semantic aspects of the sample, were discussed pragmatic aspects and pointed questions for future researches and for the improvement of medical imaging in Augmented Reality.

Keywords: *Augmented Reality. Information. Graphic representations.*

Lista de figuras

Introdução

Figura A: Estrutura da linguagem.....	19
---------------------------------------	----

Capítulo 1

Figura 1. 1: Diagrama conceitual de um <i>optical see-through</i> HMD	34
Figura 1. 2: <i>Optical see-through</i> HMDs. O aparelho da esquerda é fabricado pela Hughes Electronics e o da direita pela Kaiser Electro-Optics Inc.....	34
Figura 1. 3: Diagrama conceitual de um <i>video see-through</i> HMD	35
Figura 1. 4: Fluxo de obtenção, combinação e projeção de imagens pelo <i>video see-through</i> HMD.....	36
Figura 1. 5: <i>Video see-through</i> HMD desenvolvido pela empresa Saab Tech	36
Figura 1. 6: Exemplo de <i>optical see-through hand-held</i>	37
Figura 1. 7: Dispositivo <i>handheld</i> com aplicativo de Realidade Aumentada	38
Figura 1. 8: Exemplo de <i>screen-based video see-through display</i>	39
Figura 1. 9: Exemplo de <i>spatial display</i>	40
Figura 1. 10: Realidade aumentada projetada no ambiente real - segmento médico	40
Figura 1. 11: Imagem obtida através de ultrassonografia	44
Figura 1. 12: Imagens do cérebro obtidas por TC.....	44
Figura 1. 13: Imagens do cérebro obtidas por RM	45
Figura 1. 14: Imagem resultante de angiografia cerebral	45
Figura 1. 15: Segmentação de tecidos do cérebro	46
Figura 1. 16: Modelo virtual do cérebro.....	47
Figura 1. 17: Renderização da estrutura craniofacial do paciente	48
Figura 1. 18: Obtenção das coordenadas da cabeça do paciente.....	49
Figura 1. 19: Registro do modelo virtual 3D e mapa de laser.....	49
Figura 1. 20: Visão de raio-X do médico sobre o paciente	50
Figura 1. 21: Imagens auxiliares para localização das sondas.....	50
Figura 1. 22: <i>Video see-through</i> HMD em simulação de biópsia do seio	52
Figura 1. 23: Visão da anatomia interna do paciente	52

Capítulo 2

Figura 2. 1: Exemplo de percepção relativa	55
--	----

Figura 2. 2: Exemplo de simplicidade	57
Figura 2. 3: Exemplos de nivelamento e aguçamento	58
Figura 2. 4: Exemplo de agrupamento (ilustração 3D do processo de inseminação artificial)	59
Figura 2. 5: Exemplo de agrupamento por localização espacial	59
Figura 2. 6: Exemplo de sobreposição com transparência	61
Figura 2. 7: Exemplo de linha-objeto.....	61
Figura 2. 8: Exemplo de linhas hachuradas (registro do modelo virtual 3D e mapa de <i>laser</i>)	62
Figura 2. 9: Exemplo de figura-fundo	62
Figura 2. 10: Figura com textura (imagens de ultrassonografia)	63
Figura 2. 11: Exemplo de profundidade por gradiente de tamanho	64
Figura 2. 12: Exemplo de gradiente de cor (exame de ecocardiografia tridimensional)	64
Figura 2. 13: Exemplo de representação pictórica informativa - sistema nervoso periférico humano.....	66
Figura 2. 14: Exemplo de representação diagramática (esquema de circulação sanguínea) ...	66
Figura 2. 15: Ultrassonografia uterina.....	69
Figura 2. 16: Ensaio sobre anatomia humana de Leonardo da Vinci	70
Figura 2. 17: Exemplos de imagens simples e detalhadas	71
Figura 2. 18: Exemplo de princípio do etc. (célula cancerígena em destruição ao lado de célula normal)	74
Figura 2. 19: Exemplo de imagem ambígua.....	74
Figura 2. 20: Representações de mãos humanas em diferentes modos de ser.....	78
Figura 2. 21: Exemplos de denotação nula	79
Figura 2. 22: Exemplos de referência direta e indireta	80
Figura 2. 23: Representação de homem	81
Figura 2. 24: Representação de esqueleto humano	81
Figura 2. 25: Representação de médico.....	82
Figura 2. 26: Representação por predicado, exemplo e ambos	83
Figura 2. 27: Exemplo de metáfora	84
Figura 2. 28: Exemplo de metáfora resultando uma nova organização.....	85
Figura 2. 29: Gêneros metafóricos.....	86

Capítulo 3

Figura 3. 1: Variáveis gráficas de Bertin (1986).....	99
Figura 3. 2: Modelo analítico de Spinillo (2000)	102
Figura 3. 3: Exemplo de classificação da informação por cores	108

Figura 3. 4: Cores codificam ativ. cerebral em imagem de tomografia computadorizada 108

Capítulo 4

Figura 4. 1: Protocolo do estudo analítico 117

Figura 4. 2: Exemplo de análise utilizando as variáveis propostas 118

Figura 4. 3: Protocolo do estudo analítico por júri 122

Capítulo 5

Figura 5. 1: Imagens componentes da amostra.....127

Figura 5. 2: Imagens obtidas previamente combinadas a imagens captadas em tempo real
.....132

Figura 5. 3: Imagens em que o instrumento cirúrgico e identificado por cor134

Figura 5. 4: Imagens monocromáticas com contraste e gradientes de cor.....134

Figura 5. 5: Imagens com modo de representação misto135

Figura 5. 6: Imagens com representação bidimensional e tridimensional.....137

Figura 5. 7: Imagens com projeção mista.....138

Figura 5. 8: Imagens com elemento simbólico – linha138

Figura 5. 9: Imagens com elemento simbólico - forma circular.....138

Figura 5. 10: Imagens com elementos simbólicos - forma retangular e seta139

Figura 5. 11: Imagens com mais de um tipo de elemento simbólico139

Figura 5. 12: Imagens sem elemento simbólico139

Figura 5. 13: Imagens com elemento enfático – cor.....141

Figura 5. 14: Imagens com elemento enfático – forma141

Figura 5. 15: Imagens com elemento enfático – brilho141

Figura 5. 16: Imagem com elemento enfático – textura142

Figura 5. 17: Imagens com mais de um elemento enfático143

Figura 5. 18: Relação entre elementos enfáticos e cor143

Figura 5. 19: Imagens policromáticas com predominância de vermelho, azul e verde.....146

Figura 5. 20: Componentes da amostra que têm a cor como principal elemento de ênfase 146

Figura 5. 21: Comparativo de imagens realistas e esquemáticas148

Figura 5. 22: Exemplo de imagem com formas simples148

Figura 5. 23: Exemplos de projeção descendente149

Figura 5. 24: Exemplos de imagens com projeção ascendente150

Figura 5. 25: Imagens componentes da amostra do estudo analítico por júri.....151

Figura 5. 26: Imagem de RA com contorno delimitador155

Figura 5. 27: Imagem de RA com elevado grau de detalhamento	156
Figura 5. 28: Descrição de representação dimensional discordante	156
Figura 5. 29: Comparação da descrição da projeção em imagens similares.....	157
Figura 5. 30: Imagens de RA com elementos simbólicos, segundo um dos especialistas	158
Figura 5. 31: Imagem com mais concordâncias descritivas	159
Figura 5. 32: Imagens de RA com cores saturadas.....	161
Figura 5. 33: Imagens de RA realistas com avaliação negativa.....	161
Figura 5. 34: Imagens realistas com classificações positivas.....	161
Figura 5. 35: Imagens de RA tridimensionais com avaliação negativa.....	162
Figura 5. 36: Imagens de RA tridimensionais com avaliação positiva.....	162
Figura 5. 37: Imagens de RA com projeção híbrida e avaliação negativa.....	163
Figura 5. 38: Imagens de RA com elementos simbólicos e avaliação negativa.....	164
Figura 5. 39: Imagem com a avaliação mais negativa.....	165
Figura 5. 40: Imagem com a avaliação mais positiva.....	166

Capítulo 6

Figura 6. 1: Imagens de RA apresentadas durante as entrevistas.....	169
Figura 6. 2: RA espacial com VeinViewer	170
Figura 6. 3: Exemplos de imagens em RA tridimensionais com cores intensas	171
Figura 6. 4: Exemplos de imagens de RA esquemáticas	172
Figura 6. 5: Exemplos de imagens em RA com cores e preto e branco	172
Figura 6. 6: Imagem em RA com projeção (coluna vertebral)	173
Figura 6. 7: AccuVein.....	176
Figura 6. 8: Imagem de RA em policromia (biópsia do seio).....	177
Figura 6. 9: Imagem em RA de veias do braço com versão policromática	178
Figura 6. 10: Imagem com projeção ascendente (coluna vertebral).....	179
Figura 6. 11: Imagens de RA com poucos detalhes e nenhum elemento simbólico.....	179
Figura 6. 12: Imagem policromática em RA (vasos)	182
Figura 6. 13: Imagem de RA com intensidade e cor e contraste excessivo.....	193
Figura 6. 14: Imagens com elementos de ênfase negativos.....	194

Capítulo 7

Figura 7. 1: Esquema discussão geral.....	197
Figura 7. 2: Confronto entre imagem de RA realista e esquemática	201

Figura 7. 3: Exemplo de imagem médica em RA com elementos simbólicos	202
Figura 7. 4: Informações virtuais sobrepostas à imagem real.....	204

Lista de quadros

Introdução

Quadro A: Panorama geral do método da pesquisa.....	21
---	----

Capítulo 1

Quadro 1. 1: Conceitos de Realidade Aumentada	29
Quadro 1. 2: Classificações de sistemas de RA	30
Quadro 1. 3: Componentes de sistemas de Realidade Aumentada.....	31
Quadro 1. 4: Categorias e classificação de dispositivos	33
Quadro 1. 5: Métodos de obtenção de imagens médicas	43

Capítulo 2

Quadro 2. 1: Quadro comparativo das abordagens.....	89
---	----

Capítulo 3

Quadro 3. 1: Exemplos de consistência. (esq.: ilustração de Adrian George; dir.: obra Glow, de Melissa Mailer-Yates)	94
Quadro 3. 2: Exemplos de gama. (esq.: cartaz do filme Get Carter, de 1971; dir.: ilustração de Marcelo Lopes)	95
Quadro 3. 3: Exemplos de enquadramento. (esq.: ilustração de Julian Allen "Nixon in the Diner"; dir.: ilustração de Steve Brodner)	95
Quadro 3. 4: Exemplos de posicionamento. (esq.: ilustração de Zigg; dir.: ilustração de Clarissa França)	96
Quadro 3. 5: Exemplos de proximidade. (esq.: ilustração de Gabriel Moreno; dir.: ilustração de Sophie Blackall)	96
Quadro 3. 6: Exemplos de cinética (esq.: ilustr. da publicação La Domenica del Corriere)	97
Quadro 3. 7: Exemplos de naturalismo. (esq.: ilustração de Charles Addams; dir.: ilustração de Gilmar Fraga).....	97
Quadro 3. 8: matriz de Ashwin (1979)	98
Quadro 3. 9: Modelo analítico de Goldsmith (1979)	100
Quadro 3. 10: Síntese das abordagens de Ashwin (1979), Bertin (1986), Goldsmith (1979) e Spinillo (2000)	105
Quadro 3. 11: Variáveis para análise de imagens em RA utilizadas em cirurgias médicas ..	107

Quadro 3. 12: Quadro de variáveis para análise de imagens médicas de RA	111
---	-----

Capítulo 4

Quadro 4. 1: relação das etapas e capítulos com objetivos, tipo de pesquisa e técnicas utilizadas	115
Quadro 4. 2: Quadro para análise por júri	120

Capítulo 5

Quadro 5. 1: Resultados das incidências da amostra em especialidades médicas	128
Quadro 5. 2: Resultado da análise das circunstâncias de uso	129
Quadro 5. 3: Resultado da análise do modo de visualização	130
Quadro 5. 4: Resultado da análise de obtenção da imagem	132
Quadro 5. 5: Análise sintática – cor	133
Quadro 5. 6: Análise sintática - modo de representação	135
Quadro 5. 7: Análise sintática - representação dimensional.....	136
Quadro 5. 8: Análise sintática – projeção.....	137
Quadro 5. 9: Análise sintática - elementos simbólicos.....	140
Quadro 5. 10: Análise sintática - elementos enfáticos.....	142
Quadro 5. 11: Síntese do resultado numérico do estudo analítico (etapa 1)	144
Quadro 5. 12: Análise do especialista 1 referente às descrições.....	152
Quadro 5. 13: Análise do especialista 2 referente às descrições.....	153
Quadro 5. 14: Análise do especialista 3 referente às descrições.....	154

Capítulo 6

Quadro 6. 1: Comparação dos resultados das entrevistas	186
Quadro 6. 2: Quadro comparativo geral.....	192
Quadro 6. 3: Quadro com pontos concordantes Especialistas x Médicos	195
Quadro 6. 4: Pontos discordantes Especialistas x Médicos.....	195

Sumário

Introdução	17
-------------------------	----

Capítulo 1

Realidade aumentada: uma contribuição à medicina	26
1.1 Conceitos da RA e seu surgimento	26
1.2 Classificações e características dos sistemas de RA	30
1.2.1 <i>Hardware</i>	32
1.2.2 <i>Software</i>	41
1.3 A RA na medicina	42
1.3.1 Desenvolvimento de imagens médicas para RA	42
1.4 Aplicações da RA em procedimentos médicos	47
1.4.1 Procedimento de neurocirurgia guiada por imagens em RA	48
1.4.2 Sistema de RA para biópsia dos seios desenvolvido pelo UNC.....	51
1.5 Sumarização e perspectivas	52

Capítulo 2

Abordagens sobre representação e percepção pictórica	54
2.1 A abordagem de Arnheim (2005)	54
2.1.1 Princípios perceptivos.....	55
2.1.2 Simplicidade	57
2.1.3 Aspectos representativos.....	60
2.1.4 Representação pictórica informacional	65
2.1.5 Síntese da abordagem de Arnheim	67
2.2 A abordagem de Gombrich (1986)	67
2.2.1 A importância do meio	68
2.2.2 A influência do autor da representação	69
2.2.3 O papel do observador	71
2.2.4 Condições de ilusão.....	72
2.2.5 Síntese da abordagem de Gombrich	75
2.3 A abordagem de Goodman (2006)	76
2.3.1 Denotação	77
2.3.2 Exemplificação	82

2.3.3	Síntese da abordagem de Goodman	86
2.4	Considerações acerca das teorias apresentadas	87
2.5	Sumarização e perspectivas	91

Capítulo 3

Variáveis de representação	92
3.1 As variáveis de estilo Ashwin (1979)	93
3.2 As variáveis gráficas de Bertin (1986)	98
3.3 As variáveis de compreensibilidade de Goldsmith (1979)	100
3.4 As variáveis descritivas de Spinillo (2000)	102
3.5 Contribuições para a elaboração de variáveis voltadas a imagens médicas em RA	103
3.5.1 Elaboração de variáveis voltadas a imagens médicas em RA	106
3.6 Sumarização e perspectivas	112

Capítulo 4

Procedimentos metodológicos	113
4.1 Caracterização da pesquisa	113
4.2 Visão geral dos procedimentos metodológicos	114
4.2.1 Etapa 1 – Estudo analítico	115
4.2.2 Etapa 2 – Estudo analítico por júri	119
4.2.3 Etapa 3 - Entrevistas	123

Capítulo 5

Resultados e discussão do estudo analítico de imagens de RA utilizadas em procedimentos médicos	126
5.1 Resultados do estudo analítico pela autora (etapa 1)	126
5.1.1 Análise dos aspectos semânticos, de uso e técnicos	127
5.1.2 Análise dos aspectos sintáticos	133
5.1.3 Discussão dos resultados do estudo analítico (etapa 1)	144
5.2 Resultado do estudo analítico por júri (etapa 2)	150

5.2.1	Resultados da análise descritiva realizada por especialistas	151
5.2.2	Discussão comparativa dos resultados descritivos	154
5.2.3	Resultados da análise avaliativa realizada pelos especialistas	159
5.3	Sumarização e perspectivas	166

Capítulo 6

Resultados comparativos das entrevistas com médicos	168	
6.1	Entrevista com médico usuário de imagens em RA	169
6.2	Entrevista com médicos não usuários da RA	174
6.2.1	Entrevista com Dr. Stanicheski	175
6.2.2	Entrevista com Dr. Pizzatto.....	181
6.3	Discussão geral dos resultados das entrevistas	185
6.4	Estudo comparativo entre entrevistas e análise avaliativa	191
6.5	Sumarização e perspectivas	196

Capítulo 7

Discussão geral da pesquisa	197	
7.1	Aspectos sintáticos, semânticos e pragmáticos encontrados em imagens médicas de RA	198
7.1.1	Aspectos sintáticos presentes em imagens médicas de RA.....	198
7.1.2	Aspectos semânticos e de uso de imagens médicas de RA	199
7.1.3	Aspectos pragmáticos de imagens médicas em RA	200
7.1.4	Sumarização e perspectivas	207

Conclusão	208
Referências	212
Apêndice A – Amostra e fontes.....	216
Apêndice B – Protocolos das entrevistas	217
Apêndice C – Estudo analítico descritivo (pela autora)	225
Apêndice D – Estudo analítico por júri de especialistas em Design.....	247
Apêndice E – Quadro de resultados das análises descritivas (autora + especialistas em Design).....	254

Apêndice F – Estudo analítico por júri de especialistas em Design.....	256
Apêndice G – Áudio das entrevistas	258
Anexo A – Termos de Consentimento Livre e Esclarecido.....	259

Prefácio

Quando me candidatei ao Programa de Mestrado em Design da UFPR na Linha de Pesquisa Design de Sistemas de Informação, a única certeza que tinha é que gostaria de pesquisar a respeito de imagens. Graduada em Design Gráfico e fotógrafa, sempre tive muito interesse pelas imagens e considerável sensibilidade diante delas. Entretanto, ao ingressar no mestrado, recebi a proposta de minha orientadora para focar meu projeto em Realidade Aumentada, assunto que despertava seu interesse de pesquisa. Já tinha ouvido falar a respeito dessa tecnologia, no entanto, não tinha nenhum conhecimento mais aprofundado sobre o assunto. Isso foi o que bastou para que eu aceitasse a proposta, pois além de me interessar por imagens, gosto muito de desafios e foi dessa maneira que encarei minha pesquisa, desde o início.

Sabendo que meu tema abordaria Realidade Aumentada na perspectiva do Design da Informação, minha orientadora me deixou livre para escolher qual área de aplicação dessa tecnologia seria pesquisada. Foi aí que entre áreas de atuação como publicidade, arquitetura, engenharia, forças armadas, sinalização, entretenimento e tantas outras, me chamou a atenção o uso da Realidade Aumentada na medicina.

Na procura por alguns estudos já existentes sobre o assunto, percebi que havia muitas pesquisas abordando os aspectos técnicos e tecnológicos das imagens em Realidade Aumentada na medicina, mas nenhum abordando seus aspectos gráfico-informacionais. Dada a escassez de pesquisas nessa área e as importantes contribuições que esse estudo poderia trazer para o Design da Informação, para a Medicina e para os pacientes, decidi-me então por pesquisar os aspectos gráfico-informacionais das imagens em Realidade Aumentada utilizadas em procedimentos médicos. E então, iniciou-se o desafio, superado em dois anos de muito estudo, cujo desenvolvimento e resultado podem ser acompanhados nas próximas páginas.

Fernanda Pozza

Introdução

Ao longo de sua existência, o ser humano vem se expressando e representando sua realidade ou suas ideias através de desenhos primitivos, figuras, pinturas, cinema e outras tantas expressões artísticas (KIRNER e TORI, 2006). Atualmente, as representações gráficas, sejam elas impressas, pintadas, desenhadas, reveladas, na tela do computador e em diversas outras mídias, estão por toda a parte com o intuito de informar. Como afirmam Kirner e Siscoutto (2007), os gráficos e figuras sempre foram utilizados com o objetivo de facilitar às pessoas a visualização da informação.

Neste sentido e no que concerne à medicina, as representações pictóricas têm sido utilizadas como sistemas de informação, tanto na educação e treinamento, quanto em procedimentos reais. Aliadas aos recursos da multimídia, a fim de obter diagnósticos mais precisos, facilitar o trabalho dos médicos e reduzir os riscos ao paciente, tais imagens possibilitam, inclusive, que o próprio cirurgião não esteja presente na sala de operação durante o procedimento. As imagens utilizadas nas atividades médicas são representações gráficas digitais que possuem características particulares. Estas, muitas vezes são entendidas apenas pelos profissionais da área médica que conhecem os significados contidos no emprego de cores, formas, sombras e texturas.

O avanço da tecnologia aliado à busca por métodos cada vez menos invasivos e que ofereçam menor risco ao paciente, levaram pesquisadores a desenvolver e experimentar novos sistemas de visualização da informação em procedimentos cirúrgicos delicados, como a Realidade Aumentada (RA). Esta é um sistema resultante da evolução da Realidade Virtual -RV (KIRNER e TORI, 2006). Diferentemente da RV, na qual o usuário é imerso em ambiente criado digitalmente (KIRNER e TORI, 2006), um sistema de RA combina objetos reais e virtuais em um ambiente real, no qual estes coexistem alinhados e em tempo real (AZUMA *et al.*, 2001). Uma vez que a RA, assim como a RV, possibilita a interação do usuário com os objetos virtuais, ela vem sendo experimentada e utilizada por diferentes segmentos, com propósitos diversos (e.g., treinamentos militares, atividades colaborativas, estratégias comerciais, entretenimento, educação). Na área médica, a RA vem sendo

explorada não apenas no ensino da medicina e em treinamentos procedimentais (KIRNER e SISCOOTTO, 2007), como também em cirurgias e diagnósticos reais. Dentre essas aplicações da RA, interessam a esta dissertação os procedimentos envolvendo pacientes, sejam eles invasivos¹ ou não. Nesses casos, a imagem pode ser projetada em um *display* ou sobre o corpo do paciente, a fim de fornecer informações da anatomia interna deste, ao médico. Considerando o caráter informacional das imagens em RA na área médica, estas tornam-se de interesse de pesquisa em design da informação. Sendo assim, a presente dissertação enfoca imagens em RA utilizadas em procedimentos médicos na perspectiva do design da informação.

De acordo com as definições de Horn (2000) e de Mullet e Sano (1995 *apud* PETERSSON, 2002), o design da informação preocupa-se em desenvolver uma mensagem eficaz e eficiente, de modo que seu conteúdo possa ser transmitido e interpretado corretamente e que, dessa maneira, provoque uma reação comportamental no receptor. A interpretação da mensagem não depende apenas dos recursos tecnológicos ou da mídia utilizada para comunicá-la. Segundo Jacobson (2000), depende também das capacidades sensoriais e cognitivas do indivíduo receptor, assim como do contexto em que essa informação é transmitida. Desse modo, a presente pesquisa buscará responder a seguinte questão:

- Quais são os aspectos sintáticos, semânticos e pragmáticos encontrados em imagens utilizadas em sistemas de RA para procedimentos médicos?

Para tal, foram desenvolvidas outras três questões que contribuirão para o alcance da resposta à pergunta anterior:

- Quais são as variáveis de uso e de representação presentes em imagens médicas de RA?
- Qual a receptividade das imagens médicas de RA pelos seus usuários e público-alvo (médicos)?
- Que contribuições e perspectivas as imagens médicas de RA trazem ao público-alvo (médicos) na realização de procedimentos médicos?

Considerando-se que imagens médicas em RA são elementos de informação gráfica, pertencem, então, à linguagem visual. Neste âmbito, Twyman (1979) enunciou a linguagem dividindo-a em dois canais: auditivo e visual. Este, segundo o autor, pode ser classificado como gráfico ou não gráfico (verbal, pictórico e esquemático), de acordo com a Figura A. Os termos que aparecem circulados dizem respeito às imagens em RA.

¹ Os procedimentos invasivos realizados na área médica, compreendem intervenções no interior do corpo humano fazendo uso de instrumentos.

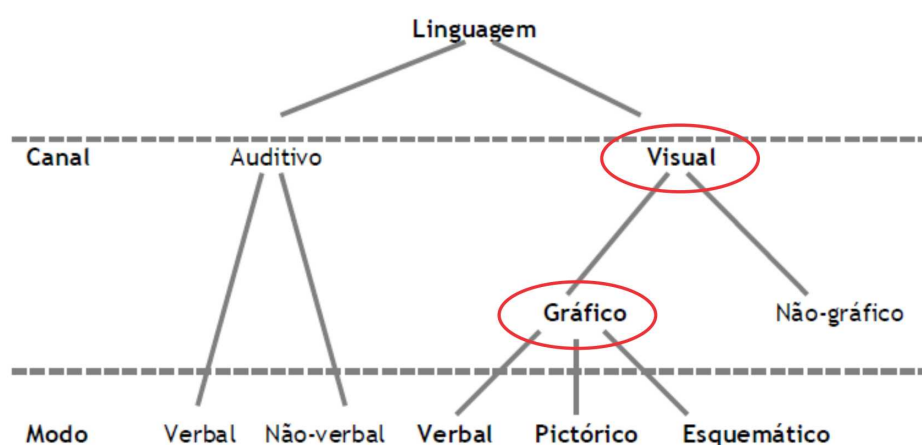


Figura A: Estrutura da linguagem
Fonte: Twyman (1979)

As imagens em RA fazem parte da linguagem visual gráfica e para que seus aspectos informacionais sejam analisados, pretende-se levar em conta três aspectos dessa linguagem: sintático, semântico e pragmático. De acordo com Goldsmith (1980), pode-se explicar cada um destes aspectos, como: sintático - conjunto de imagens e sinais gráficos discrimináveis; semântico – significado da imagem; pragmático – determinado pela experiência prévia e julgamento do observador da imagem. Os objetivos almejados com a análise desses aspectos, bem como a justificativa para o desenvolvimento desse estudo são expostos nos tópicos seguintes.

Objetivos e objeto de estudo

A partir das questões levantadas anteriormente, foram elaborados os objetivos de pesquisa a seguir.

Objetivo geral

Identificar aspectos sintáticos, semânticos e pragmáticos de imagens em realidade aumentada utilizadas em procedimentos médicos.

Objetivos específicos

Os objetivos específicos contribuirão para o alcance do objetivo geral. São eles:

- 1) Identificar características gráficas e de uso presentes em imagens de RA utilizadas em procedimentos médicos;
- 2) Conhecer a receptividade/ expectativa do público-alvo (médicos) em relação à utilização/ perspectiva de contribuição de imagens médicas em RA;
- 3) Relatar aspirações a respeito das contribuições de imagens em RA para a área médica.

Objeto de estudo

O objeto de estudo dessa pesquisa se baseia, principalmente, nas características gráficas das imagens em RA utilizadas em procedimentos médicos. Por características gráficas, entende-se os recursos de representação utilizados nas imagens em questão. Sendo assim, serão tomadas, para essa pesquisa, representações pictóricas da anatomia humana desenvolvidas para sistemas de RA, a fim de auxiliar o médico em procedimentos envolvendo pacientes.

Panorama geral do método da pesquisa

A presente pesquisa caracteriza-se como exploratória, já que, por meio dela, objetiva-se familiarizar-se com o objeto de estudo. É composta de estudos teórico, analítico e de campo.

O primeiro, teórico, configura-se como documentação indireta e visa conhecer os sistemas de RA utilizados em procedimentos médicos; descrever teorias de representação e percepção pictórica; definir as variáveis que compõem a análise das imagens de RA utilizadas em procedimentos médicos.

O segundo estudo consiste em análise gráfica de uma amostra de representações pictóricas da área médica, utilizadas em sistemas de RA. Com isso, busca-se atender o primeiro objetivo específico: identificar características gráficas e de uso presentes em imagens de RA utilizadas em procedimentos médicos.

O terceiro estudo compreende entrevistas que contribuirão para com os dois outros objetivos: conhecer a receptividade do público-alvo (médicos) em relação à utilização de imagens médicas em RA, bem como relatar contribuições e perspectivas destas para a área médica. As informações detalhadas a respeito dos estudos analítico e de campo serão descritas nos capítulos 5, 6 e 7.

O Quadro A, abaixo, exhibe o panorama geral do método da pesquisa. Na primeira coluna são descritos os objetivos específicos. Na segunda, a natureza dos estudos a serem realizados. As técnicas de coleta de dados são descritas na terceira coluna, seguidas pelas

abordagens ou instrumentos a serem utilizados na análise de dados, na última coluna. As relações entre as colunas se dão horizontalmente.

Objetivos específicos	Estudos	Técnica de coleta de dados	Análise de dados
	Estudo bibliográfico para conhecimento: de sistemas de RA; teorias de percepção e representação pictórica; variáveis gráficas	Documentação indireta	Comparativa/ indutiva
Identificar características gráficas e de uso presentes em imagens de RA utilizadas em procedimentos médicos	Estudo analítico de amostras de imagens em RA para uso médico	Observação sistemática	Categorização dos dados a partir de variáveis de análise Análise qualitativa e quantitativa dos dados
Conhecer a receptividade do público-alvo (médicos) em relação à utilização de imagens médicas em RA	Pesquisa de campo	Entrevista semi-estruturada	Análise qualitativa dos dados
Relatar aspirações a respeito das contribuições de imagens em RA para a área médica.			

Quadro A: Panorama geral do método da pesquisa
Fonte: a autora (2010)

Justificativa

A definição pelo tema dessa pesquisa, a informação em imagens de RA utilizadas em procedimentos médicos, tem implicações nas áreas da saúde, social, da tecnologia e do design da informação.

Implicações nas áreas da saúde e social

De acordo com uma estimativa do INCA, no ano de 2010 estariam previstos 572.680 novos casos de câncer no Brasil. Entre eles, câncer de colo de útero, de mama, de pulmão, de estômago, de próstata, de cólon e reto, além de tumores pediátricos. Além disso, segundo o IBGE (2009), as doenças cardiovasculares representavam motivo de morte de 12% da população brasileira em 1950. Atualmente, elas representam mais de 40%. Isso se deve ao

aumento da quantidade de idosos na população brasileira, caracterizando um perfil de enfermidades complexas e onerosas (GORDILHO *et al*, 2000 *apud* IBGE, 2009).

As doenças citadas, entre muitas outras, por vezes envolvem procedimentos médicos invasivos que constituem intervenções delicadas. A neurocirurgia, a cirurgia de coluna ou a retirada de um tumor na mama, por exemplo. O papel da RA é passar informações ao médico no momento da cirurgia e facilitar sua tarefa nesses e em outros casos, proporcionando mais visibilidade da anatomia interna do paciente e precisão, ainda que a incisão seja mínima. Sendo assim, esse estudo justifica-se por seu caráter exploratório acerca dos aspectos informacionais dessas imagens, a fim de salientar pontos fortes e fracos que possam contribuir com melhorias na percepção dessas representações pelos médicos.

Algumas especialidades médicas já utilizam a RA em pacientes reais, como em cirurgias vasculares e de biópsia da mama, além dos diversos projetos em RA na área médica que vêm sendo desenvolvidos no mundo. Segundo Kirner e Siscoutto (2007), a RA é uma interface de funcionamento simples, de fácil utilização e de baixo custo, que possui potencial para ser a próxima geração de interface popular. Com base nessa afirmação, acredita-se que em breve essa tecnologia será empregada em diversas clínicas médicas e hospitais brasileiros. Dessa maneira, esse projeto contribui para o aprimoramento das imagens auxiliares em RA, esperando que estas ofereçam informações mais precisas ao médico durante procedimentos envolvendo pacientes, contribuindo, também, para que estes corram menos riscos e sejam submetidos a procedimentos menos traumáticos, resultando em recuperações mais rápidas.

Implicações nas áreas de tecnologia e design da informação

A RA proporciona a obtenção de informações de diversos tipos em suportes variados que vão desde os já conhecidos monitores até cenários tridimensionais reais. Sabe-se que a interface informacional deve ser adequada à mídia na qual é empregada. Por exemplo: uma mensagem em uma página impressa deve receber um tratamento diferente em relação à mesma informação em um suporte digital, como um monitor ou um *tablet PC*. Entretanto, os estudos a respeito da RA que vêm sendo realizados até então, concentram-se, principalmente, em áreas como ciências da computação e computação gráfica. Essas pesquisas priorizam o conhecimento técnico e tecnológico desse tipo de sistema. Apesar de a informação ser o propósito mais expressivo das imagens em RA, os estudos voltados à qualidade informativa dessas imagens são escassos. Sendo assim, considera-se que uma pesquisa exploratória sobre imagens médicas em RA, na perspectiva do design da

informação, que considere aspectos que vão além dos técnicos e tecnológicos, pode contribuir de maneira significativa para o aperfeiçoamento das imagens em RA utilizadas na medicina, bem como em outras áreas onde imagens em RA possuem caráter informacional.

Estrutura da dissertação

A presente dissertação é composta por nove capítulos. A sequência em que se apresentam, assim como as abordagens de cada um deles, poderão ser vistas na estrutura apresentada a seguir.

Capítulo 1 | **Realidade aumentada: uma contribuição à medicina**

Neste capítulo são discutidos os aspectos relativos à compreensão dos sistemas de Realidade Aumentada (RA), assim como os relacionados às tecnologias neles envolvidas. Inicialmente, são apresentados conceitos e fundamentos da RA, a fim de conhecê-la, o que se considera essencial para as análises propostas neste projeto. Em sequência, são apresentadas as características dos sistemas de RA.

Considerando-se as aplicações da RA no segmento médico, são descritas ainda, técnicas de obtenção de imagens médicas. Além disso, são descritos dois projetos nos quais a tecnologia da RA vem sendo aplicada com sucesso.

Capítulo 2 | **Abordagens sobre representação e percepção pictórica tendo em vista a informação em imagens médicas em RA**

No capítulo em questão, são abordados aspectos teóricos relacionados à percepção e à representação pictórica. As teorias serão fundamentadas em três autores com abordagens distintas: Arnheim (2005); Gombrich (1986); Goodman (2006). As diferentes linhas de pensamento de cada um dos autores contribuem para a discussão a respeito da representação pictórica de imagens médicas de RA, no capítulo 6.

Capítulo 3 | **Variáveis de representação**

Este capítulo compreende o estudo de variáveis gráficas em representações pictóricas. Nele, são abordadas variáveis de representação que auxiliam no estabelecimento dos parâmetros relevantes à análise das amostras de imagens em RA utilizadas em

procedimentos médicos. Ainda, nesse capítulo é demonstrado o desenvolvimento do quadro com as variáveis de análise desta pesquisa.

Capítulo 4 | **Procedimentos metodológicos**

No quinto capítulo são descritos os métodos utilizados nesta pesquisa. Os instrumentos, amostras e procedimentos são apresentados detalhadamente, bem como os materiais necessários para a realização de cada uma das técnicas de pesquisa, as análises (estudo analítico) e a coleta de dados das entrevista

Capítulo 5 | **Resultados e discussão do estudo analítico de imagens de RA utilizadas em procedimentos médicos**

Neste capítulo são apresentados os resultados das análises da amostra selecionada, instrumentadas pela matriz com variáveis de representação pictórica demonstrada no capítulo 3. Também são apresentados os resultados das análises por júri, realizadas por especialista em design da informação. O estudo foi instrumentado pela matriz de atribuição de valor às variáveis de representação pictórica, demonstrada no capítulo 4. Os resultados obtidos foram, então, analisados e discutidos à luz das teorias de representação e percepção pictórica, abordadas no capítulo 2.

Capítulo 6 | **Resultado comparativos das entrevistas com médicos**

No capítulo em questão, são descritas as entrevistas aplicadas com três médicos. Um deles é usuário, ou seja, já utiliza a RA em procedimentos envolvendo pacientes. Os outros dois não são usuários dessa tecnologia. Também são abordados e discutidos os resultados obtidos com as entrevistas, além de comparados estes com os resultados da análise avaliativa, realizada pelos especialistas em Design da Informação.

Capítulo 7 | **Discussão geral**

No capítulo 7 são discutidos e comparados os resultados obtidos nos estudos realizados com especialistas em Design da Informação e médicos. As informações obtidas com o estudo analítico são combinadas aos resultados decorrentes das entrevistas para serem discutidos conjuntamente. A discussão geral também fundamenta-se no estudo teórico desenvolvido no capítulo 2.

Capítulo 8 | **Conclusão**

No último capítulo são expostas as conclusões e considerações finais a respeito do desenvolvimento da pesquisa. Além de sugestões para pesquisas posteriores, na área de RA, envolvendo imagens.

Capítulo 1

Realidade aumentada: uma contribuição à medicina

Neste capítulo serão discutidos os aspectos relativos a sistemas de Realidade Aumentada (RA), assim como os relacionados às tecnologias neles envolvidas. Inicialmente, são apresentados conceitos de RA, classificações e características dos sistemas de RA propostos na literatura, essenciais para o desenvolvimento das etapas seguintes deste estudo. Considerando as aplicações da RA no segmento médico - foco deste estudo - , são descritas técnicas de obtenção de imagens médicas, e por fim são descritos dois projetos em que a tecnologia da RA vem sendo aplicada com sucesso na medicina.

1.1 Conceitos da RA e seu surgimento

A atual convergência tecnológica tem feito com que os dispositivos eletrônicos e computacionais, assumam cada vez mais funções e sejam cada vez menores. Há quem diga que o próximo passo é tornar esses dispositivos invisíveis, ou melhor, imperceptíveis ao usuário. Ou então, como sugere Insley (2003), os computadores serão como uma parte do indivíduo, algo que se misture aos seus sentidos e percepções e os expanda, além de seus limites normais. A RA pode proporcionar esse tipo de avanço. Por meio de computadores ela aumenta e melhora os sentidos e a percepção da realidade (INSLEY, 2003).

Segundo Kirner e Siscoutto (2007), a RA é um sistema resultante de um processo de evolução tecnológica que se estende desde o advento do computador eletrônico que propiciou ao usuário a interatividade com as aplicações, até então inexistentes. Com a evolução tecnológica do *hardware*, do *software* e das telecomunicações, surgiram “interfaces de voz, interfaces tangíveis, interfaces hápticas² etc., possibilitando aos usuários, acessarem aplicações como se estivessem atuando no mundo real; falando, pegando, apertando, fazendo gestos etc.” (KIRNER e SISCOOTTO, 2007, p. 3). Nesse contexto surgem a

² São interfaces que proporcionam a sensação do toque. (KIRNER e SISCOOTTO, 2007).

multimídia e os sistemas computacionais de interface avançada chamados de Realidade Virtual (RV) e RA.

A RV surgiu na década de 60³, mas seu fortalecimento se deu somente na década de 90, quando o avanço tecnológico propiciou o uso da computação gráfica interativa em tempo real (KIRNER e TORI, 2006). Ainda de acordo com os autores, a RV consiste em uma interface avançada para aplicações computacionais com a qual o usuário pode movimentar-se (navegar) e interagir em tempo real, em um ambiente tridimensional. Esse ambiente tridimensional é gerado por computador e pode ser visualizado na posição que o usuário escolher. Apesar de a visão ser o sentido perceptivo mais utilizado em sistemas de RV, o tato, a audição e outros também podem ser vivenciados na experiência do usuário (KIRNER e SISCOOTTO, 2007), devido à possibilidade de interação com os objetos virtuais que o sistema proporciona. A inserção do indivíduo nesse meio criado digitalmente causa certo desconforto e necessita de um período de adaptação para o usuário, além das dificuldades de interação que pontuam a necessidade de treinamento para uso de tal interface. Essas condições, aliadas à dependência de uma série de equipamentos especiais para viabilizar o processo, impediram que a RV se popularizasse como uma nova interface do usuário (KIRNER e SISCOOTTO, 2007).

A RA, por sua vez, teve suas origens na década de 90, diferenciando-se da RV, por usar técnicas computacionais que geram e combinam objetos virtuais integrados ao ambiente real (KIRNER e TORI, 2006). A sobreposição dos objetos virtuais no espaço físico do usuário faz com que as interações tangíveis aconteçam mais facilmente e com mais naturalidade, sem a necessidade de uma série de equipamentos especiais. A RA também possui a vantagem de propiciar operações envolvendo voz, gestos, tato etc., facilitando a interação do usuário sem a necessidade de treinamento. Com isso, segundo Kirner e Siscoutto (2007), a RA possui potencial para se tornar a próxima geração de interface popular, podendo ser utilizada nas mais variadas aplicações e espaços.

Para Kirner e Siscoutto (2007, p. 10), a RA pode ser definida como “o enriquecimento do ambiente real com objetos virtuais, usando algum dispositivo tecnológico, funcionando em tempo real”. Os autores, ao utilizarem a palavra “enriquecimento” evidenciam que a RA é uma tecnologia que contribui para a melhoria do ambiente real. No entanto, o conceito apresentado não especifica como são gerados esses objetos, nem a relação destes com o ambiente real.

³ Impulsionada pelo desenvolvimento do SketchPad por Ivan Sutherland. (SUTHERLAND, 1963 apud KIRNER e SISCOOTTO, 2007).

O conceito apresentado por Insley (2003), também trata a RA como uma melhoria ao cenário real. De acordo com o autor, essa tecnologia é o aprimoramento do mundo real com a inserção de textos, imagens e objetos virtuais, gerados por computador. Julga-se que esse conceito, em relação ao anterior, define melhor os possíveis tipos de inserções virtuais (textos, imagens, objetos) e cita como estas são geradas. Porém, o conceito não especifica um detalhe importante dessas inserções: elas acontecem em tempo real.

Já Milgram (1994) enuncia a RA como o mundo real misturado⁴ ao virtual que conecta ambientes totalmente reais a ambientes completamente virtuais. Aqui novamente não há especificidade, é um conceito amplo, pois a maneira como os ambientes reais são conectados aos virtuais não é esclarecida, nem os instrumentos utilizados para tal.

Por fim, Azuma *et al.* (2001) entendem por RA um sistema onde o espaço real e os objetos virtuais coexistem em um sistema tecnológico que apresenta as seguintes características: combina objetos reais e virtuais no ambiente real; proporciona interatividade em tempo real; as imagens são registradas em três dimensões; é multissensorial, incluindo-se a audição, o tato, o olfato e as capacidades motoras. Considera-se que esse seja o conceito mais completo e detalhado dentre os autores pesquisados, uma vez que especifica as propriedades do sistema de RA e sua relação com o ambiente real e com o usuário.

Na primeira coluna do Quadro 1. 1 são apresentados os conceitos de RA acima comentados. Foram extraídas as palavras-chave de cada enunciado, a fim de melhor compreender o que se define como realidade aumentada. Dessa maneira, foram marcadas com cores as palavras mais comuns nos conceitos dos autores apresentados.

⁴ Quando usa a expressão 'mundo real misturado ao virtual', Milgram (1994) refere-se à inserção de imagens virtuais em ambientes reais.

Conceitos de RA	Palavras-chave
“É o enriquecimento do ambiente real com objetos virtuais, usando algum dispositivo tecnológico, funcionando em tempo real” (KIRNER e SISCOOTTO, 2007, p. 10).	Ambiente real ; objetos virtuais ; dispositivo tecnológico; tempo real .
É o aprimoramento do mundo real com a inserção de textos, imagens e objetos virtuais, gerados por computador (INSLEY, 2003).	Mundo real ; textos, imagens e objetos virtuais ; computador.
É o mundo real misturado ao virtual em algum ponto da realidade/virtualidade contínua, que conecta ambientes totalmente reais a ambientes completamente virtuais (MILGRAN, 1994).	Ambiente real conectado ao virtual .
O espaço real e os objetos virtuais coexistem em um sistema tecnológico que apresenta as seguintes características: combina objetos reais e virtuais no ambiente real; proporciona interatividade em tempo real; as imagens são registradas em três dimensões; é multisensorial, incluindo-se a audição, o tato, o olfato e as capacidades motoras (AZUMA, 2001).	Coexistência; real e virtual ; interatividade em tempo real ; três dimensões; multisensorial.

Quadro 1. 1: Conceitos de Realidade Aumentada
Fonte: a autora (2010)

Com base no exposto no

Quadro 1. 1, percebe-se que o conceito de RA possui pequenas variações, no entanto, as palavras-chave *real* e *virtual* relacionam-se ao discurso de todos os autores pontuados. A expressão *tempo real* é citada por dois autores. Destacam-se também as palavras *computador* e *dispositivo tecnológico*. Nos enunciados apareceram, ainda, palavras como *enriquecimento* e *aprimoramento* para classificar a relação existente entre real e virtual ou para definir a contribuição deste para aquele. Percebe-se, dessa forma, que a RA, ao contrário de outras interfaces, está diretamente relacionada ao ambiente real com intuito de torná-lo mais interessante.

A fim de especificar o conceito de RA que se refere à presente pesquisa, considera-se importante destacar que as imagens são registradas⁵ em três dimensões e que se trata de um sistema multissensorial, conforme exposto por Azuma *et al.* (2001). Segundo os autores, a RA melhora a percepção do usuário em relação ao mundo real, assim como sua interação com este. Os objetos virtuais mostram informações que o usuário, muitas vezes, pode não perceber sozinho, auxiliando-o e melhorando o seu desempenho nas tarefas do ambiente

⁵Alinhamento dos elementos da imagem, de modo que apareçam em várias imagens, pois podem ter sido gerados em ângulos diferentes, em momentos distintos ou até mesmo utilizando métodos diversos (SILVA, 2004).

real. Sendo assim, com base nos conceitos apresentados e nas principais palavras extraídas destes, pode-se dizer que a RA utiliza a projeção de objetos virtuais gerados por computador e registrados em três dimensões, em um espaço real, para aumentar ou aprimorar a percepção do indivíduo no mundo físico e em tempo real.

1.2 Classificações e características dos sistemas de RA

A RA pode ser classificada de acordo com o modo como o usuário vê o mundo combinado, ou seja: com a presença de imagens virtuais sobre o cenário físico, real. Sendo assim, Kirner e Tori (2006) classificam a RA como “visão direta (imersiva)” e “visão indireta (não imersiva)”. A diferença entre uma e outra classificação se dá com base no sentido visual do usuário. Segundo os autores, o usuário de um sistema de RA do primeiro tipo aponta os olhos diretamente para a cena real, sem dispositivo algum entre seus olhos e o ambiente ou, com dispositivo de visualização que combine os elementos virtuais diretamente na cena real. No sistema de visão indireta, o usuário *assiste* à combinação do real com o virtual através de uma tela, que pode ser um monitor ou projetor, não alinhada com suas posições reais. O Quadro 1. 2 foi construído relacionando-se as classificações sugeridas por Kirner e Tori (2006), de acordo com sua classificação, o modo de ver do usuário e a utilização de tela para visualização.

Classificação	Modo de ver do usuário	Tela para visualização
Visão direta (imersiva)	Aponta os olhos diretamente para as posições reais, com cena ótica ou por vídeo.	Não há
Visão indireta (não imersiva)	Vê imagens virtuais combinadas ao mundo real em algum dispositivo não alinhado com as posições reais	Monitor ou projetor

Quadro 1. 2: Classificações de sistemas de RA
Fonte: elaborado pela autora, com base em Kirner e Tori (2006)

Considerando-se que faz parte do cotidiano da maioria dos indivíduos a visualização de imagens em monitores, esse estudo se preocupará em demonstrar e especificar apenas os sistemas de visão direta, nos quais “as imagens do mundo real podem

ser vistas a olho nu ou trazidas, através de vídeo, enquanto os objetos virtuais gerados por computador podem ser projetados nos olhos, misturados ao vídeo do mundo real ou projetados no cenário real” (KIRNER e TORI, 2006, p. 27).

Insley (2003) expõe que a maioria dos sistemas de RA de visão direta necessita de quatro componentes, sendo: (1) um método de rastreamento do usuário e de outros indivíduos e objetos existentes na cena; (2) um dispositivo de visualização (*display*); (3) um computador com o *software* apropriado e o controle desses dois componentes; (4) algum sistema de estímulo sensorial para o usuário, quando o sistema assim exigir.

Kirner e Tori (2006), de forma simplificada, dividem esses componentes em duas classes: *hardware* e *software*. O primeiro engloba os dispositivos de rastreamento e de visualização, enquanto o segundo abrange *softwares*, sistemas hápticos⁶ e de controle dos componentes envolvidos no processo. O Quadro 1. 3 relaciona os componentes sugeridos por Insley (2003) com as classes de componentes dadas por Kirner e Tori (2006). A classe *Hardware* (segunda coluna) relaciona-se com os dois primeiros componentes da primeira coluna, sendo aquele uma simplificação destes. O mesmo acontece com a classe *Software* (segunda coluna) e os dois últimos componentes da primeira coluna.

Insley (2003)	Tori (2006)
Método de rastreamento do usuário e de outros indivíduos e objetos existentes no espaço delimitado.	<i>Hardware</i>
Um dispositivo de visualização (<i>display</i>).	
O software apropriado e o controle desse componente	<i>Software</i>
Algum sistema de estímulo sensorial para o usuário, no entanto, isso só é necessário para algumas aplicações de RA	

Quadro 1. 3: Componentes de sistemas de Realidade Aumentada
Fonte: a autora (2010) com base em Insley (2003) e Kirner e Tori (2006)

Kirner e Tori (2006) expõem que sistemas utilizados para a RA dependem fundamentalmente de *hardware* e *software* capazes de processar e integrar os dados

⁶ Sistemas que propiciam ou simulam a sensação tátil.

necessários. A seguir, são descritas as características dos componentes, seguindo a classificação utilizada pelos autores citados.

1.2.1 *Hardware*

Diversos dispositivos de visualização e interação utilizados na RA foram originalmente criados para sistemas de RV, no entanto, o *hardware* de realidade aumentada deve permitir que as mãos atuem naturalmente no ambiente combinado, sem obstrução alguma. Nesse caso, a visão computacional e o processamento de imagens são importantes para o rastreamento visual do usuário (KIRNER e TORI, 2006), conforme segue.

Rastreador

O rastreador é um componente essencial da RA, pois identifica a posição do usuário, de sua cabeça e mãos ou de algo atrelado a ele, segundo Kirner e Siscoutto (2007). Sua importância se dá, principalmente, pela necessidade de posicionar corretamente, no cenário real, as imagens geradas virtualmente. O computador precisa saber a posição exata do usuário e a direção do seu olhar para que possa calcular como o objeto deverá aparecer (INSLEY, 2003).

O rastreamento ótico é o mais comum em sistemas de RA, obtida através de câmeras que identificam todos os elementos do cenário combinado, permitindo ao usuário movimentar-se, tocar, mover, agarrar e soltar objetos virtuais (KIRNER e SISCOOTTO, 2007).

Muito mais poderia ser descrito e discutido a respeito do rastreamento em sistemas de RA, mas optou-se por usar definições breves apenas para facilitar a compreensão do leitor, de modo que não se desvie o foco da pesquisa.

Dispositivos de visualização (displays)

Os dispositivos de visualização são sistemas formados por um conjunto de componentes óticos, eletrônicos e mecânicos que geram imagens em algum ponto do percurso ótico entre o olho do observador e o cenário real a ser aumentado (BIMBER e RASKAR, 2005b).

A implementação de sistemas de RA com visão direta pode utilizar dispositivos de tipos diversos. Entre eles, Bimber e Raskar (2005a) destacam os *head-attached displays*, instrumentos de visualização que devem ser vestidos pelo observador, mais propriamente, na cabeça. Esse tipo de dispositivo abrange, entre outros, os *head-mounted displays* (HMDs).

Os autores também citam outros tipos de *displays* como os *handhelds*. Estes consistem em dispositivos de apontamento direto que devem ser segurados pelo observador. Mencionam também os *displays* espaciais, especialmente alinhados, utilizados em projeções de objetos virtuais no ambiente real e, portanto, são desprendidos do usuário.

Cada categoria de dispositivos pode funcionar de acordo com dois princípios, os chamados *optical see-through* e *video see-through*. O primeiro permite que o observador enxergue o mundo real através de uma superfície semitransparente, onde, então, são projetadas as informações virtuais, fazendo com que o indivíduo perceba o cenário combinado. Já o segundo, capta a imagem real, em tempo real, e a funde com as informações virtuais para então projetá-las para o observador em uma superfície opaca. O Quadro 1. 4 relaciona os tipos de dispositivos aos princípios de funcionamento mencionados.

Categorias de dispositivos	Dispositivos <i>optical see-through</i>	Dispositivos <i>video see-through</i>
<i>Head-attached</i>	<i>Optical see-through head-mounted display (HMD)</i>	<i>Video see-through head-mounted display (HMD)</i>
<i>Handheld</i>	<i>Optical see-through handheld</i>	<i>Video see-through handheld</i>
Espaciais	<i>Spatial optical see-through</i>	<i>Screen-based video see-through</i>

Quadro 1. 4: Categorias e classificação de dispositivos
Fonte: a autora

Os HMDs usam pequenas telas em frente aos olhos do usuários e podem ser de dois tipos, conforme listado no Quadro 1. 4: *optical see-through* HMDs e *video see-through* HMDs. Os visores que utilizam tecnologia ótica são chamados *optical see-through* HMDs e funcionam posicionando combinadores óticos em frente aos olhos do usuário. Esses combinadores são parcialmente transparentes, para que o usuário possa olhar diretamente através deles e enxergar o mundo real. Mas também, são parcialmente espelhados, para que o usuário veja simultaneamente as imagens virtuais projetadas pelos monitores acoplados à cabeça, refletidas nos combinadores (AZUMA *et al.*, 2001). O diagrama conceitual apresentado na Figura 1. 1 facilita a compreensão do funcionamento do *optical see-through* HMD e sua relação com o computador gerador da cena. No topo do capacete há um dispositivo rastreador que informa ao computador remoto a localização exata da cabeça

do usuário. Dessa forma, o computador envia a imagem gráfica ao monitor acoplado ao capacete, este, por sua vez, projeta a imagem recebida nos combinadores óticos. Como os combinadores permitem tanto a reflexão quanto a transparência, o usuário consegue perceber a imagem projetada e a imagem do cenário real como uma única cena. Em seguida, a Figura 1. 2 mostra dois modelos de *optical see-through* HMDs.

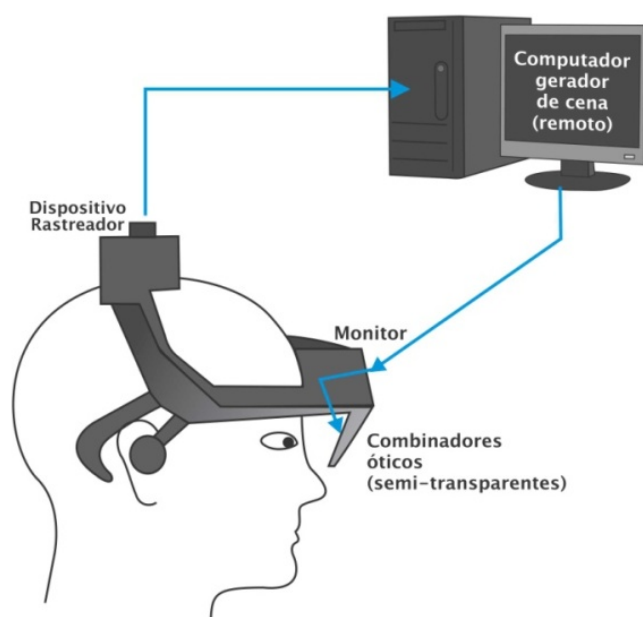


Figura 1. 1: Diagrama conceitual de um *optical see-through* HMD
Fonte: adaptado de Azuma (1997)

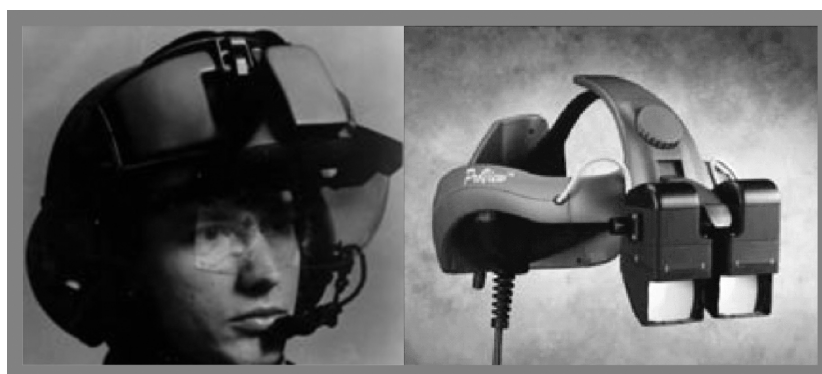


Figura 1. 2: *Optical see-through* HMDs. O aparelho da esquerda é fabricado pela Hughes Electronics e o da direita pela Kaiser Electro-Optics Inc.
Fonte: (esq.) Azuma (1997);
(dir.) http://srv-43-200.bv.tu-berlin.de/forschung/AR/medizin_AR.phtml

Os chamados *video see-through* HMDs combinam um *closed-view* HMD (dispositivo de visualização com o visor opaco, i.e., não apresenta transparência) e uma ou duas câmeras de vídeo acopladas a ele. As câmeras transmitem as imagens do mundo real ao

usuário. O vídeo gerado por elas é combinado com as imagens gráficas criadas pelo computador gerador de cenas, misturando, então, real e virtual. O resultado é enviado ao monitor, em frente aos olhos do usuário no *closed-view* HMD (AZUMA, 1997). O dispositivo rastreador de localização da cabeça e o gerador de cena aparecem nos dois modelos de HMD, funcionando da mesma maneira em ambos. Conforme o diagrama conceitual demonstrado na Figura 1. 3, o *video see-through* HMD não permite que o usuário enxergue diretamente o espaço real. Essa imagem é captada pelas câmeras de vídeo acopladas, transmitidas em tempo real ao dispositivo criador de vídeo. A ele também são transmitidas as imagens gráficas geradas pelo gerador de cena que, então, combina as informações recebidas e transmite o resultado aos monitores localizados à frente dos olhos do usuário.

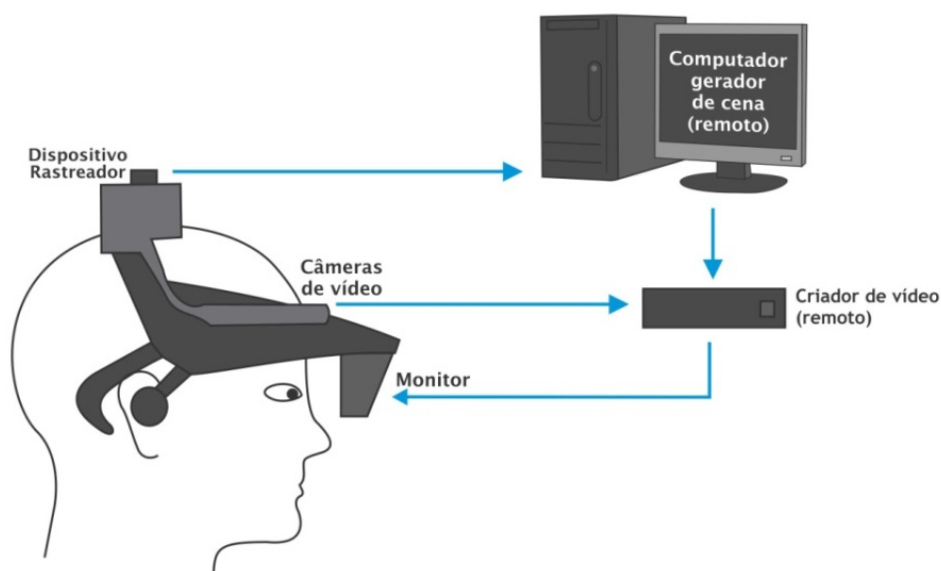


Figura 1. 3: Diagrama conceitual de um *video see-through* HMD
 Fonte: adaptado de Azuma (1997)

O fluxo de obtenção, criação e projeção das imagens é representado na Figura 1. 4, a qual mostra que as imagens do cenário real (obtidas em tempo real) e as imagens gráficas são enviadas ao criador de vídeo e ali combinadas para serem, então, projetadas nos monitores localizados à frente dos olhos do usuário.

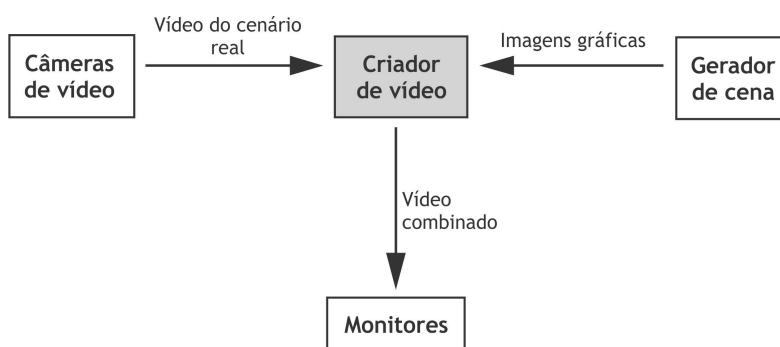


Figura 1. 4: Fluxo de obtenção, combinação e projeção de imagens pelo *video see-through* HMD
 Fonte: a autora

A Figura 1. 5 apresenta um modelo de *video see-through* HMD, chamado AddVisor 150. Ele foi desenvolvido para um sistema de RA em ambiente colaborativo para projeto arquitetônico e planejamento urbano, chamado ARTHUR: *A Collaborative Augmented Environment for Architectural Design and Urban Planning*.



Figura 1. 5: *Video see-through* HMD desenvolvido pela empresa Saab Tech
 Fonte: <http://www.jvrb.org/archiv/34/> (2010)

Bimber e Raskar (2005a) afirmam que os HMDs são os tipos de *display* mais utilizados em aplicações de RA, atualmente. Entretanto, de acordo com os autores, eles apresentam vários problemas óticos, técnicos e ergonômicos, o que faz com que não sejam bem aceitos em aplicações médicas (FISCHER *et al.*, 2004).

A razão pela dominância dos HMDs deva-se, talvez, ao fato destes terem sido, por muito tempo, a única possibilidade móvel para aplicações de RA (BIMBER e RASKAR, 2005a). Mas, com o crescente número de inovações tecnológicas dos aparelhos celulares, bem como dos *Personal Digital Assistants* (PDAs), Bimber e Raskar (2005a) acreditam que

crece a possibilidade de se utilizarem novas plataformas de visualização. Tais dispositivos móveis consistem em *handhelds*, ou seja, visualizadores de apontamento direto.

Os *handhelds*, consistem em dispositivos que combinam processador, memória, *display* e tecnologia de interação em um único aparelho, tal como assistentes pessoais digitais (PDAs), *Tablets PC's* e os aparelhos celulares com tecnologia de imagem mais avançada (BIMBER e RASKAR, 2005b). Podem ser classificados como *optical see-through hand-held* ou como *video see-through handheld*.

O primeiro permite a visualização através do dispositivo, como mostra a Figura 1. 6. Esse é um exemplo de dispositivo destinado à medicina. Segundo Stetten *et al* (2001), o *handheld* em questão sobrepõe ao cenário real dados tomográficos obtidos em tempo real. Trata-se de um transdutor ultrassonográfico que obtém imagens em fatias do corpo à sua frente por ultrassom. As fatias são projetadas simultaneamente ao momento em que são obtidas, em um pequeno monitor de tela plana e são, então, refletidas em um espelho plano semitransparente (Figura 1. 6a), de forma que a imagem virtual esteja alinhada exatamente à área real, onde a imagem foi captada (Figura 1. 6b).

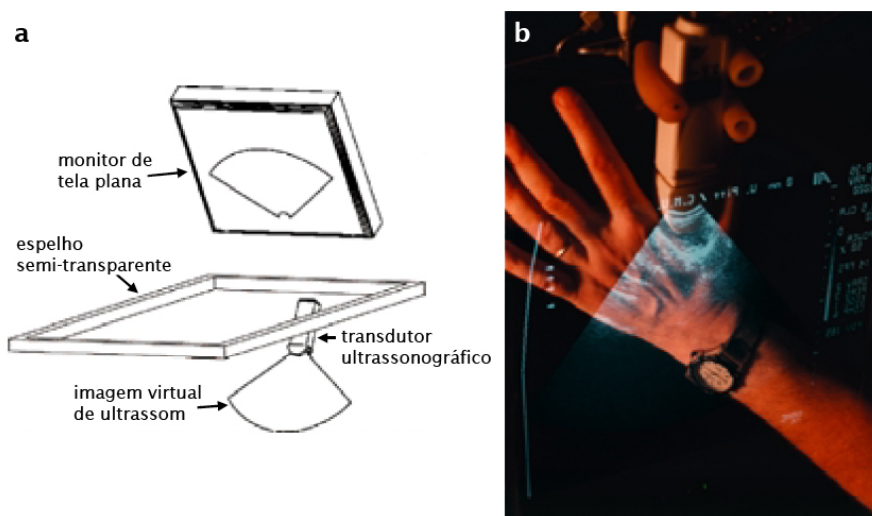


Figura 1. 6: Exemplo de *optical see-through hand-held*
Fonte: Stetten *et al* (2001)

O outro tipo de *handheld*, conforme visto no Quadro 1. 4, é classificado como *video see-through*. Em sistemas de RA, esse tipo integra a imagem do ambiente real, capturada por vídeo, com informações virtuais e só então as apresenta ao usuário como uma imagem única, aumentada (BIMBER e RASKAR, 2005b). Alguns aparelhos celulares já funcionam como *handhelds*, possuem aplicativos para visualização de informações virtuais no ambiente real bastando para isso apontar a câmera embutida no aparelho para a cena real. A Figura

1. 7 mostra um aparelho celular, funcionando como dispositivo *handheld*, com aplicativo de RA.



Figura 1. 7: Dispositivo *handheld* com aplicativo de Realidade Aumentada
Fonte: <http://bit.ly/3m1psW>

Os *handhelds* favorecem a mobilidade durante o uso da RA, porém, esse não é um quesito dessa tecnologia. Em casos em que a mobilidade não é necessária, Bimber e Raskar (2005a) afirmam que *displays* de configuração espacial são mais eficientes. Segundo Kirner e Tori (2006), o sistema de projeção no ambiente real, conhecido como RA Espacial (BIMBER e RASKAR, 2005a), permite incorporar informações detalhadas a objetos ou tornar visíveis suas partes internas sem a necessidade de abri-los ou desmontá-los. Dispositivos de projeção espacial não necessitam estar em contato com o usuário e podem aumentar a realidade de três modos: (a) *video see-through*, (b) *optical see-through* e (c) *direct augmentation* (BIMBER e RASKAR, 2005a).

O primeiro modo, chamado *screen-based video see-through display*, segue os mesmos princípios dos *video see-through* HMD e *handheld*, mas, nesse caso, a imagem combinada (real + virtual) é apresentada na tela de um monitor comum (LEMPINEM, 2010). Esta, então, é misturada a elementos virtuais. A Figura 1. 8 exemplifica um *screen-based video see-through display* simulando a locomoção de um dinossauro sobre uma pegada física, presente no ambiente real.



Figura 1. 8: Exemplo de *screen-based video see-through display*
Fonte: Bimber e Raskar (2005a)

O segundo modo, chamado de *spatial optical see-through display*, funciona de maneira similar aos *optical see-through HMD* e *optical see-through handheld*, pois gera imagens virtuais alinhadas ao ambiente físico, utilizando *displays* transparentes. No entanto, o terceiro modo, o *Spatial display*, difere dos demais por não estar acoplado ao usuário. Os dispositivos de visualização, neste caso, podem ser espelhos semitransparentes planos ou curvos, telas transparentes ou hologramas óticos. A Figura 1. 9 traz um exemplo desse tipo de dispositivo, no qual um espelho semitransparente é alinhado ao cenário real com a projeção de uma imagem virtual de mulher. Observando-se a imagem, é possível perceber que o dispositivo permite tanto a visualização do que está atrás dele, como do que está sendo projetado sobre o mesmo.



Figura 1. 9: Exemplo de *spatial display*
Fonte: Bimber e Raskar (2005a)

Todos os dispositivos anteriormente comentados propiciam a visualização da realidade aumentada. No entanto, existem situações em que essa visualização se dá sem que haja necessidade de dispositivo algum. Nessas situações, a visualização acontece por projeção sobre o ambiente real que permite ao usuário ver as imagens projetadas diretamente sobre superfícies pertencentes ao cenário real, ao invés de em *displays* inseridos no campo visual do observador (BIMBER e RASKAR, 2005b). Com esse tipo de visualizador, o usuário não necessita de nenhum dispositivo especial. A Figura 1. 10 ilustra a visualização de RA projetada em ambiente real para utilização médica. A imagem é projetada diretamente sobre a mão de um paciente revelando a localização de suas veias.



Figura 1. 10: Realidade aumentada projetada no ambiente real - segmento médico
Fonte: http://cnettv.cnet.com/hi-tech-hospital-vein-viewer/9742-1_53-50011545.html

Cada um dos modos citados possuem prós e contras que não convêm serem abordados nessa pesquisa. Vale ressaltar, entretanto, que o modo de visualização da RA

influencia de maneira significativa a relação do usuário com sistema visto que diversos tipos de dispositivos são acoplados ao usuário ou dependem da manipulação deste para a seleção da área a ser visualizada (BIMBER e RASKAR, 2005b) Além dos elementos de *hardware*, também os aspectos ligados ao *software* são importantes, por isso são abordados a seguir.

1.2.2 *Software*

Além dos recursos de *hardware*, a RA depende de recursos de *softwares*. O *software* de RA é utilizado desde a preparação do sistema, na criação dos cenários combinados, até a execução, provendo suporte em tempo real (KIRNER e TORI, 2006). Também realiza a aplicação e integração dos objetos virtuais ao cenário real e pode ainda prever alguns comportamentos para tais objetos.

Existem vários *softwares* de RA, muitos deles livres, em diversas linguagens. Eles propiciam, além da criação da cena, o suporte para as ações do usuário. Para isso, o *software* promove o rastreamento dos objetos reais e ajusta os objetos virtuais no cenário, além de permitir que o usuário interaja com estes em tempo real.

O conjunto de *hardware* e *software* permite que seja realizado um ciclo de processamento que, de acordo com Kirner e Tori (2006), consiste em: captura de vídeo e rastreamento de objetos; processamento do sistema de RV (leitura de dispositivos e simulação/ animação); calibração (combinação do real com o virtual); e renderização sensorial (aspectos visuais, auditivos e hápticos).

Por causa dos inúmeros recursos de visualização e interação oferecidos pela RA, pela potencialização da utilização dos sentidos do usuário e por seu caráter multidisciplinar a RA vem sendo testada e aplicada em áreas diversas.

Cerca de quinze anos atrás, Azuma (1997) já citava projetos que utilizavam a RA como guia para manutenção e reparo de produtos complexos e em treinamentos militares em aeronaves para visualização de informações. Aplicações da RA no segmento de entretenimento, educação e atividades colaborativas também são citadas por diversos outros autores (e.g., BILLINGHURST *et al.*, 2001; KIRNER e ZORZAL, 2005), assim como seu uso para a visualização da informação em segmentos como engenharia, museologia e arquitetura, além dos maciços investimentos nessa tecnologia na área médica. Nesta área em particular, expressivos avanços nas técnicas e tecnologias de RA decorrem das pesquisas voltadas à saúde humana, pesquisas estas que experimentam aplicações tanto na

educação e treinamento como em procedimentos cirúrgicos reais (FISCHER *et al.*, 2004; KIRNER e SISCOOTTO, 2007).

1.3 A RA na medicina

O suporte a procedimentos médicos está entre as mais importantes aplicações da Realidade Aumentada, visto os grandes avanços ligados a essa tecnologia, resultantes de pesquisas nessa área.

A RA pode ser aplicada para auxiliar na visualização de informações durante o procedimento cirúrgico, assim como no treinamento para esse e outros procedimentos. Dentre as contribuições da RA para a medicina está o que Azuma (1997) chamou de “visão de raio-X” do interior do corpo. A capacidade de *enxergar* além dos tecidos torna mais fácil para o médico realizar, por exemplo, uma cirurgia minimamente invasiva⁷, já que com incisões mínimas a visão do médico do interior do corpo do paciente se torna bem limitada. A RA pode proporcionar essa visão interna sem a necessidade de incisões maiores. Esse tipo de cirurgia costuma contar com a ajuda de uma micro câmera que é introduzida no local da incisão e um monitor que exhibe as imagens internas do corpo do paciente captadas pela câmera. Com o uso da RA, imagens virtuais correspondentes à área a ser operada podem ser sobrepostas e alinhadas ao corpo do paciente e até mesmo projetadas diretamente sobre seu corpo. Dessa forma, é possível dispensar o monitor no momento da cirurgia, mantendo o foco do médico unicamente no paciente e minimizando as chances de erros.

A tecnologia da RA pode tornar algumas informações mais evidentes a olho nu do que as resultantes de exames por Tomografia Computadorizada (TC) ou Ressonância Magnética (RM), por exemplo. Podendo, ainda, mesclar os dois tipos de informações, proporcionando ao cirurgião mais precisão em procedimentos invasivos delicados, como a perfuração do crânio em uma neurocirurgia ou a inserção de uma agulha para biópsia de um tumor minúsculo (AZUMA, 1997).

1.3.1 Desenvolvimento de imagens médicas para RA

As imagens em RA utilizadas em procedimentos médicos são construídas digitalmente, geralmente em três dimensões, a partir de imagens volumétricas obtidas em exames

⁷Operações realizadas com incisões muito pequenas ou até mesmo sem incisão alguma.

médicos. Por serem auxiliares de procedimentos muitas vezes delicados que demandam visualização do interior corpo do paciente, a fidelidade do modelo virtual à anatomia de um dado indivíduo pode ser fundamental. Nestes casos, a qualidade de obtenção das imagens do paciente tem grande importância na aplicação da RA para fins médicos.

As principais tecnologias de obtenção de imagens médicas que servem como base para a construção das imagens volumétricas em RA, citadas por Pereira (2010), são: tomografia axial computadorizada; ressonância magnética; ultrassonografia ou, ainda, a angiografia. Explicações e classificações sobre essas técnicas serão expostas a seguir.

Aquisição de imagens

As técnicas de obtenção de imagens médicas podem ser divididas em invasivas e não invasivas. Segundo Silva (2004), os métodos invasivos realizam a aquisição da imagem introduzindo um instrumento no interior do corpo, enquanto nos métodos não invasivos a imagem é obtida por dispositivos externos ao corpo humano. O Quadro 1. 5 mostra a classificação dos exames que interessam à tecnologia de RA. Entre os de método não invasivo estão a Ultrassonografia, a Tomografia Computadorizada e a Ressonância Magnética. Como método invasivo, cita-se a Angiografia.

Procedimento para obtenção da imagem	Método
Ultra sonografia	Não invasivo
Tomografia computadorizada	
Ressonância magnética	
Angiografia	Invasivo

Quadro 1. 5: Métodos de obtenção de imagens médicas
Fonte: a autora (2010)

O exame de **Ultrassonografia (US)** reproduz imagens bidimensionais de órgãos internos, tecidos, vasos e fluxo sanguíneo. As imagens resultantes são utilizadas para diagnóstico e acompanhamento de doenças, assim como em procedimentos cirúrgicos especializados (SIEMENS, 2010). A Figura 1. 11 mostra imagens de um feto obtidas através de ultrassonografia.



Figura 1. 11: Imagem obtida através de ultrassonografia
 Fonte: <http://www.univision.com>

A **Tomografia Computadorizada (TC)** apresenta imagens internas, das estruturas do corpo e órgãos, em forma de fatias paralelas, obtidas com radiografias transversais ao eixo longitudinal do paciente (SILVA, 2004). Essas fatias são montadas em um computador para formar uma imagem completa e precisa (SIEMENS, 2010). A Figura 1. 12 demonstra imagens “fatiadas” resultantes de um exame de TC, do cérebro de um paciente.

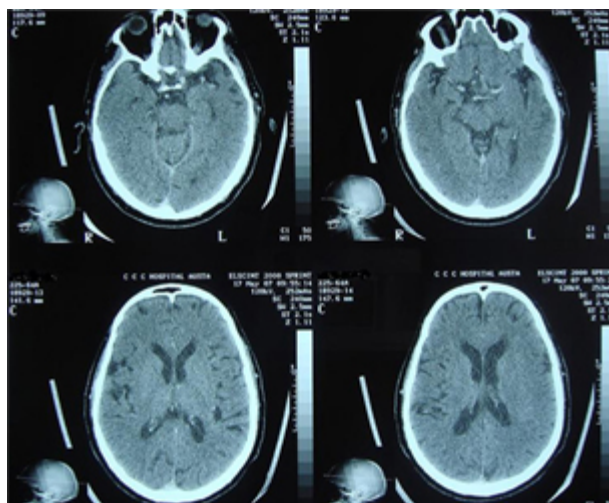


Figura 1. 12: Imagens do cérebro obtidas por TC
 Fonte: <http://www.cerebroecoluna.com.br/tecnologias/tomografia.aspx>

O método de **Ressonância Magnética (RM)** retrata imagens de qualquer parte do interior do corpo humano em um nível de detalhes acima dos demais tipos de exames (GUIA SOBRE RESSONÂNCIA MAGNÉTICA, 2010). A RM permite a personalização dos

parâmetros do exame de acordo com o problema médico, fazendo com que os tecidos do corpo sejam apresentados de diferentes maneiras (GOULD, 2010). A seguir, na Figura 1. 13, aparecem imagens do cérebro obtidas por RM.

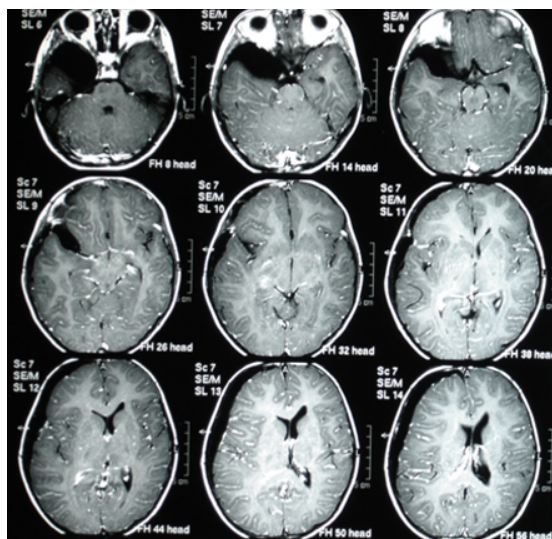


Figura 1. 13: Imagens do cérebro obtidas por RM

Fonte: <http://www.cerebroecoluna.com.br/tecnologias/ressonancia.aspx>

A **Angiografia** permite a visualização dos vasos sanguíneos por meio da injeção de contraste por dentro desses vasos e da utilização de radiação (raios-X), conforme explicado em Siemens (2010). A Figura 1. 14 mostra uma imagem do cérebro obtida com essa técnica.

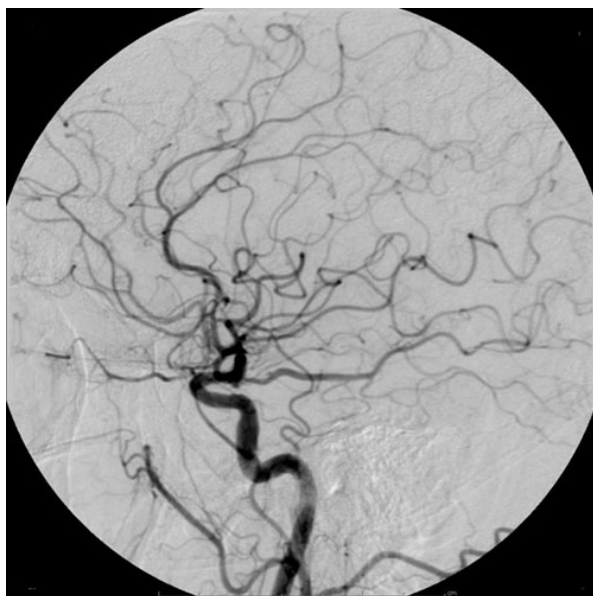


Figura 1. 14: Imagem resultante de angiografia cerebral

Fonte: <http://www.fsc.ufsc.br/~canzian/imagem/setembro-08-angiografia-de-cerebro.jpg>

Construção de imagens em RA

Obtidas as amostras por exames de diagnóstico por imagens, as informações volumétricas são agrupadas para a construção de um modelo digital tridimensional. As etapas seguintes - segmentação, registro e reconstrução - dão conta do detalhamento e da correta distinção das partes da imagem.

A segmentação consiste em classificar regiões individuais de uma imagem volumétrica, de acordo com seus contornos e tipos de tecido, com base nas propriedades observadas na amostra (profundidades) e nas informações anatômicas conhecidas (LEVENTON, 1999), (LEUNG, 2006). Na Figura 1. 15 é possível observar a segmentação de tecidos do cérebro. É nítida a distinção entre contornos de cores diversas indicando diferentes tecidos.

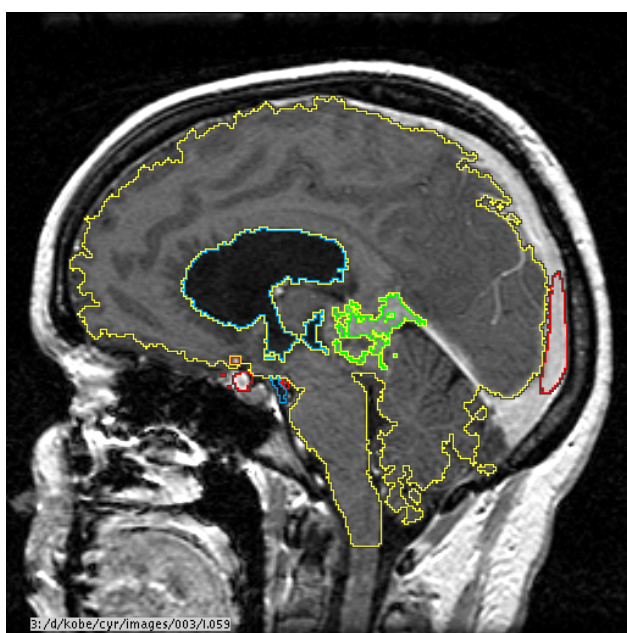


Figura 1. 15: Segmentação de tecidos do cérebro
Fonte: http://groups.csail.mit.edu/vision/medical_vision/surgery/surgical_navigation.html#models

Segundo Silva (2004), o registro de imagens é responsável por alinhar um mesmo elemento que apareça em várias imagens. Estas podem ter sido geradas em ângulos diferentes, em momentos distintos ou até mesmo utilizando métodos diversos. O registro então, faz com que cada ponto mapeado em uma primeira imagem possa ser mapeado também nas demais.

A etapa de reconstrução interpreta todos os dados e informações obtidos e gerados até então, e os converte na geometria e topologia do modelo virtual tridimensional (SILVA,

2004). Esse processo faz a renderização de sombras e a imposição das porções de superfície de acordo com o modelo real. A opacidade das superfícies também pode variar, permitindo a visualização de estruturas internas do modelo virtual (LEVENTON, 1999). A Figura 1. 16 ilustra um modelo virtual que proporciona a visão das estruturas externa e internas do cérebro.

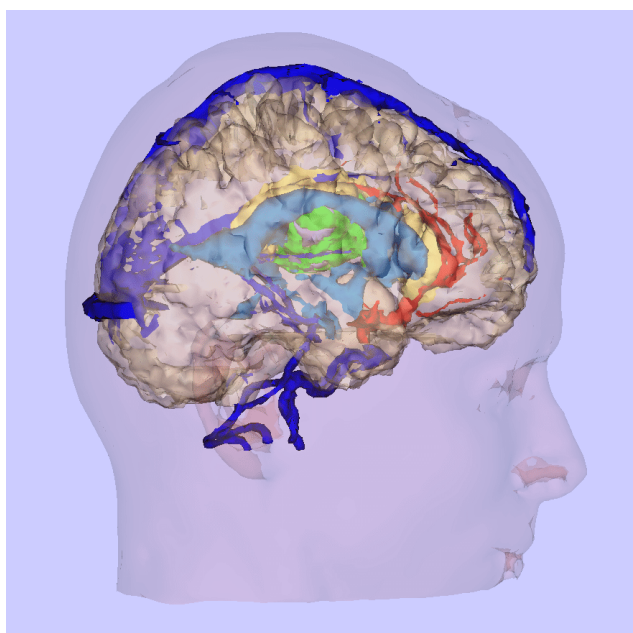


Figura 1. 16: Modelo virtual do cérebro

Fonte: http://groups.csail.mit.edu/vision/medical-vision/surgery/surgical_navigation.html#models

Segundo Pereira (2010) os modelos virtuais anômicos construídos atualmente são fiéis aos modelos 3D construídos digitalmente a partir de imagens captadas em exames de diagnóstico por imagem. Sendo assim, a aplicação da RA em procedimentos cirúrgicos reais torna-se cada vez mais possível. A seguir são apresentados dois casos de aplicação da RA em cirurgias médicas, um com aplicação real e outro em fase experimental.

1.4 Aplicações da RA em procedimentos médicos

Muitos são os experimentos com sistemas de RA na área médica, acompanhados do desenvolvimento de uma série de softwares e dispositivos de integração entre os elementos constituintes desses sistemas. No entanto, nem todos obtêm resultados tão satisfatórios a ponto de serem aplicados em casos reais. A seguir são comentados dois projetos representativos de aplicação da RA na área médica encontrados na literatura (LEVENTON, 1999; STATE *et al.*, 2003).

1.4.1 Procedimento de neurocirurgia guiada por imagens em RA

O primeiro projeto foi desenvolvido no final da década de 90, cujas etapas operacionais foram descritas com base no conteúdo publicado por Leventon (1999). Este foi um projeto conjunto do Laboratório de Inteligência Artificial do Massachusetts Institute of Technology (MIT) e com o Laboratório de Planejamento Cirúrgico do Hospital Feminino Brigham, no qual desenvolveram-se ferramentas de suporte à cirurgia guiada por imagens com aplicação em cirurgias para retirada de tumores cerebrais.

Com base em imagens de RM foram identificadas, através da segmentação, as diferentes estruturas do cérebro do paciente, bem como o tumor existente. A partir disso puderam ser construídos modelos virtuais tridimensionais de cada estrutura identificada. Combinando os modelos, obteve-se uma renderização da estrutura craniofacial do paciente. A Figura 1. 17 demonstra a estrutura craniofacial do paciente renderizada, com base nos modelos virtuais 3D.

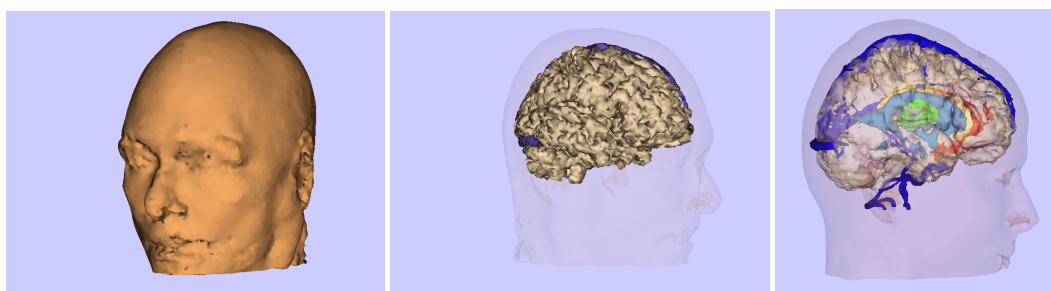


Figura 1. 17: Renderização da estrutura craniofacial do paciente
Fonte: http://groups.csail.mit.edu/vision/medical-vision/surgery/surgical_navigation.html#models

O modelo construído foi utilizado para aumentar a cena real. Para possibilitar o andamento da cirurgia auxiliada pela RA, o modelo virtual deveria estar corretamente alinhado com o modelo real. Obtiveram-se, então, as coordenadas de pontos na pele do paciente utilizando-se um sistema de triangulação a *laser*, composto, principalmente, por um braço articulado com *laser*, uma câmera de vídeo e uma estação de trabalho com monitor. A combinação da visão da câmera com as linhas de *laser* projetadas sobre a cabeça do paciente, permite coletar dados em três dimensões dele, na mesa de cirurgia. Os dados de localização do paciente podem ser considerados precisos, com uma margem de erro menor que 1 milímetro. Os pontos de interesse para a cirurgia foram selecionados utilizando-se uma interface simples e um mouse. Essa seleção pode ser percebida na Figura

1. 18, onde são demonstradas as etapas de obtenção das coordenadas da cabeça do paciente, utilizando laser e uma câmera de vídeo.

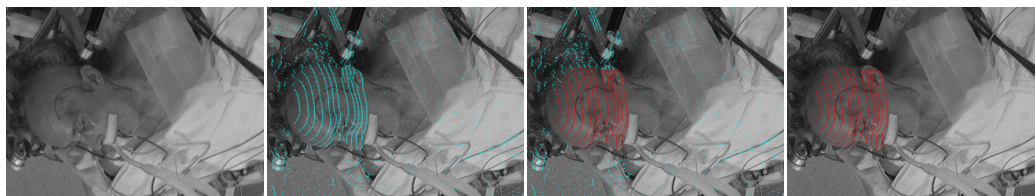


Figura 1. 18: Obtenção das coordenadas da cabeça do paciente

Fonte: http://groups.csail.mit.edu/vision/medical-vision/surgery/surgical_navigation.html#models

Após o alinhamento com o sistema de *laser*, foi realizado o registro automático para a correta junção do modelo virtual com o mapa de *laser*. Os pontos de registro posicionados sobre o modelo virtual 3D possuem um código de cores baseado em distâncias entre as partes constituintes deste, sendo: verde = 0 mm; amarelo = 2,5 mm; vermelho = 5 mm. O resultado do registro pode ser verificado na Figura 1. 19, onde está representado o mapa de *laser* sobre modelo virtual.

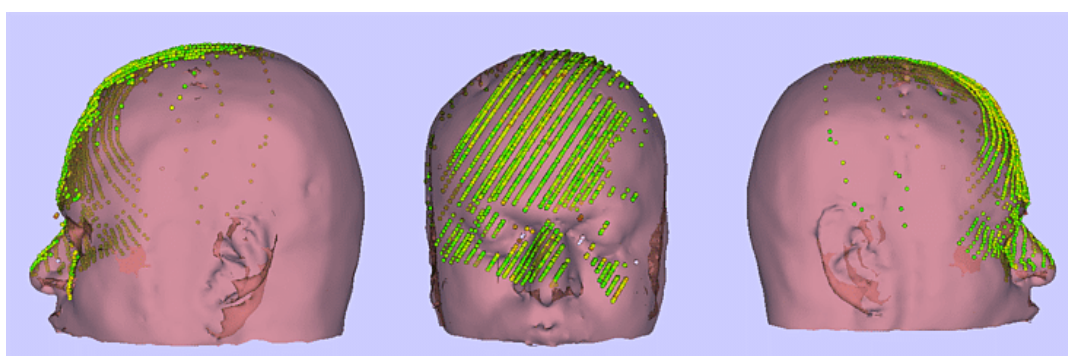


Figura 1. 19: Registro do modelo virtual 3D e mapa de *laser*

Fonte: http://groups.csail.mit.edu/vision/medical-vision/surgery/surgical_navigation.html#models

A imagem virtual pode ser vista em diversas camadas, como se fosse descascada, permitindo a visualização das estruturas internas e sua localização, de acordo com o ponto de vista da câmera, proporcionando ao cirurgião uma visão de raio-X em vários níveis. O tipo de visão proporcionada ao médico por essas imagens pode ser visto na Figura 1. 20, onde são demonstradas três vistas do cérebro em diferentes níveis. Essas imagens são então alinhadas ao corpo do paciente e projetadas em um monitor para visualização pelo médico.

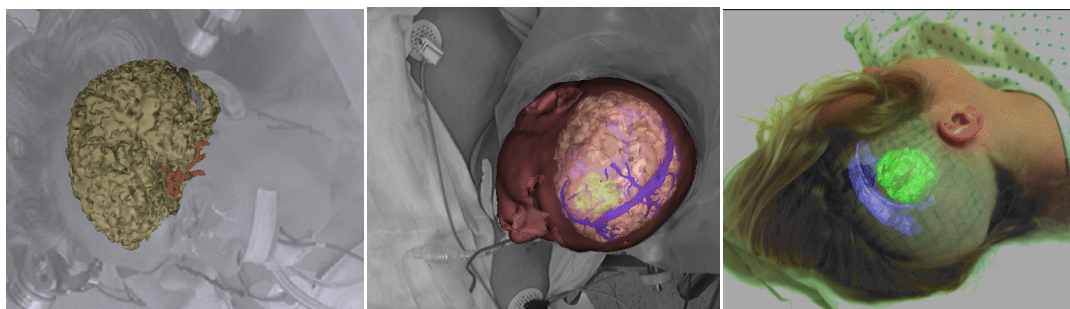


Figura 1. 20: Visão de raio-X do médico sobre o paciente

Fonte: http://groups.csail.mit.edu/vision/medical-vision/surgery/surgical_navigation.html#models

Para auxiliar na identificação dos níveis na imagem tridimensional foram rastreados os instrumentos médicos de modo que sua localização fosse indicada em imagens auxiliares, também dispostas em um monitor. Com esse acompanhamento, é possível identificar a posição exata de sondas internas que não são diretamente visíveis ou ainda para identificar propriedades de tecidos visíveis desconhecidos. A Figura 1. 21 ilustra o rastreamento de sonda cirúrgica e a indicação de sua localização no momento da sua utilização na cirurgia.

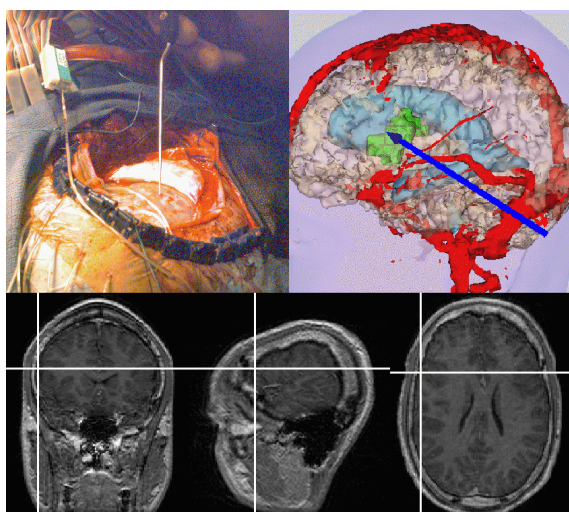


Figura 1. 21: Imagens auxiliares para localização das sondas

Fonte: http://groups.csail.mit.edu/vision/medical-vision/surgery/surgical_navigation.html#models

O sistema de RA descrito já foi utilizado pelo Hospital Feminino Brigham em mais de duzentos casos de neurocirurgias e, até 1999, continuava sendo aplicado em, pelo menos, um caso por semana (LEVENTON, 1999), após esse período não se pode afirmar.

Nem todos os projetos de aplicação da RA em cirurgias médicas atingiram a maturidade do projeto acima descrito, no entanto, vários deles estão muito próximos de

saírem dos laboratórios e serem aplicados em casos reais. O caso descrito a seguir, dá uma ideia do tempo necessário para que tais procedimentos sejam realizados em seres humanos.

1.4.2 Sistema de RA para biópsia dos seios desenvolvido pelo UNC

O segundo projeto foi relatado alguns anos depois por State *et al.* (2003), e refere-se ao UNC *Ultrasound Research*, da Universidade da Carolina do Norte, EUA. Neste, foi desenvolvido um sistema de RA, a partir de ultrassonografia, para possibilitar ao médico obter um diagnóstico em biópsia dos seios, eliminando a necessidade de incisões nessa etapa do processo.

Com base em State *et al.* (2003) e ainda nos dias de hoje, pode-se afirmar que, normalmente, esse tipo de procedimento é realizado com auxílio de imagens bidimensionais. Nesse caso, o médico insere a agulha com uma das mãos enquanto move o transdutor (capta a imagem e a transfere para um monitor) para obter a imagem da agulha e da lesão em um mesmo plano. Sendo assim, a visualização das imagens ocorre em um monitor, exigindo que o médico coordene a visão plana do alvo e da agulha, gerada pelo transdutor, com o movimento do instrumento médico, no corpo do paciente.

Utilizando o sistema de RA, o médico tem uma visão direta do local da biópsia, não sendo mais necessário coordenar a visão em um plano com o movimento das mãos em outro. A manipulação dos instrumentos pelo usuário permanece igual ao do sistema tradicional, com uma das mãos ele manipula a agulha da biópsia e com a outra o transdutor. A diferença está na visualização das imagens. Com a utilização de um *video see-through* HMD, o médico visualiza as informações no mesmo plano em que manipula os instrumentos, ou seja, no corpo do paciente. Com isso, é possível enxergar a anatomia interna do paciente com imagens dinâmicas, tanto de ultrassons, quanto da agulha inserida para a biópsia. A Figura 1. 22 traz a imagem de um usuário utilizando um *video see-through* HMD em uma simulação de biópsia do seio. Já a figura seguinte (Figura 1. 23), mostra a visão da anatomia interna do paciente, obtida pelo médico com o *video see-through* HMD.



Figura 1. 22: *Video see-through* HMD em simulação de biópsia do seio
Fonte: State *et al.* (2003)

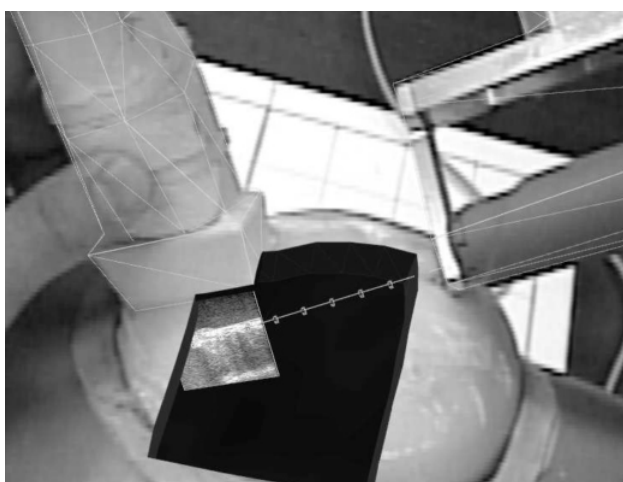


Figura 1. 23: Visão da anatomia interna do paciente
Fonte: State *et al.* (2003)

Para que o conjunto anatomia interna e corpo do paciente seja visualizado, a imagem captada pelo transdutor é mesclada à imagem obtida pela câmera de vídeo acoplada ao dispositivo de visualização (HMD), em tempo real, e projetada na pequena tela, disposta em frente aos olhos do médico.

Esse sistema já foi utilizado para aspiração de cistos em humanos, entretanto, o procedimento para biópsia do seio, até então só simulada em bonecos, está, atualmente, sendo utilizada em humanos, em estudos controlados, conforme previsto por State *et al.* (2003).

Estes projetos, aqui relatados, demonstram o reconhecimento do potencial e da importância da RA em procedimentos médicos, desde a década de 1990.

1.5 Sumarização e perspectivas

Neste capítulo foram abordados alguns aspectos teóricos, no que diz respeito à compreensão da tecnologia de realidade aumentada. Desse modo, foram expostos conceitos da RA, assim como as principais características e componentes desse tipo de sistema. Com isso, percebeu-se que os sistemas de RA não possuem uma configuração única, os dispositivos, *softwares* e *hardwares* são escolhidos de acordo com as necessidades e possibilidades de cada situação.

Foi visto que a área médica é uma das maiores impulsionadoras dessa tecnologia. Os vários projetos empreendidos por médicos-pesquisadores exigem aprimoramentos nas técnicas envolvidas, buscando-se minimizar erros, diminuir traumas e reduzir o tempo dos procedimentos médicos.

Os dois projetos de RA expostos confirmam a diversidade de configurações dos sistemas de RA, assim como ressaltam o papel primordial das imagens virtuais nos procedimentos descritos. Elas proporcionam ao médico, visão de raio-X do corpo do paciente, permitindo àquele visualizar informações da anatomia deste, mesmo antes de qualquer procedimento invasivo.

Tendo visto estes aspectos, o próximo capítulo abordará teorias de percepção e representação pictóricas. Estas possibilitarão um maior entendimento sobre o processo de representativo de imagens pictóricas e sobre o modo como o observador percebe os elementos da representação, contribuindo para a discussão das imagens em RA na área médica.

Capítulo 2

Abordagens sobre representação e percepção pictórica

Neste capítulo serão abordados aspectos teóricos relacionados à representação e à percepção pictórica. Os conhecimentos expostos, foram fundamentados em três autores, com visões particulares a respeito do assunto, são eles: Rudolf Arnheim (2005), Ernst Gombrich (1986) e Nelson Goodman (2006). Eles apresentam a arte como objeto de investigação para seus estudos sobre representação e percepção pictórica. No entanto, suas contribuições ultrapassam essa área de conhecimento, sendo também pertinentes ao design gráfico e da informação, visto sua influência neste e em diversos outros estudos relacionados a estas disciplinas, o que justifica a adoção dessas referências nesta pesquisa.

Pela natureza artística e filosófica das obras adotadas, alguns termos originalmente utilizados pelos autores, no que se refere à arte foram adaptados à abordagem da pesquisa em questão. Ao invés de mencionar *artista* como o responsável pelas obras citadas, julgou-se mais adequado substituir o termo por *autor* ou *produtor* da representação.

Considera-se também importante salientar que o termo *objeto* foi utilizado na explanação das três teorias a seguir, referenciando, indiferentemente, tudo o que possa ser representado.

2.1 A abordagem de Arnheim (2005)

Arnheim fundamenta-se nos princípios da psicologia da Gestalt⁸ para apresentar sua teoria. Em sua abordagem gestaltista o autor relaciona a representação e a percepção a aspectos fisiológicos e defende que os princípios da percepção determinam a compreensão de mensagens visuais. Segundo ele, a mensagem gráfica é definida por suas características, bem como pela fisiologia da percepção humana, ou seja, a representação pictórica

⁸ Gestalt é uma escola alemã de psicologia, cujos princípios adotados são decorrentes de experimentos de percepção sensorial. Dentre os princípios abordados está a tendência que a visão humana possui de perceber padrões e atribuir significado a eles. As pesquisas gestaltistas levaram a crer que cada indivíduo possui suas próprias concepções da realidade, sejam elas adequadas ou não. Tais concepções são resultado da base cultural e da disposição individual do observador somadas às propriedades supridas pelo objeto observado (COELHO, 2008; ARNHEIM, 2005).

desencadeia no observador reações fisiológicas (estímulos) que fazem com que ele perceba e identifique a mensagem. A representação, por sua vez, consiste em um meio para identificação, entendimento e definição de uma coisa, com o intuito de estabelecer relações e criar ordem.

2.1.1 Princípios perceptivos

A percepção se dá de maneira relativa, atribuindo características ou classificações a coisas e objetos de acordo com os demais componentes do todo: localização no espaço, posição na escala de tamanho, clareza ou distância. Portanto, as coisas não são percebidas isoladamente. Conforme exemplo de Arnheim (Figura 2. 1), ao se tentar definir a posição do círculo preto, torna-se necessário relacioná-lo ao quadrado ou à página em que se insere.

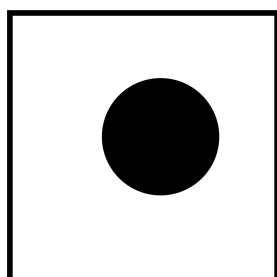


Figura 2. 1: Exemplo de percepção relativa
Fonte: Arnheim (2005, p. 3)

Essa determinação pode ser feita observando-se as distâncias entre as arestas do quadrado e o disco até que se defina que este não coincide com o centro daquele. Como também, basta olhar para a figura para que se perceba uma tensão do círculo preto em direção ao centro do quadrado. Arnheim define a primeira situação como estímulo e a segunda, como percepção.

Forças perceptivas e configuração

O estímulo é definido como o ver fisiológico, enquanto a percepção, como o ver psicológico, ou seja, perceber é interpretar um arranjo visual no nível sensorial. O estímulo é definido por medições estáticas como centímetros de tamanho e distância, graus de ângulo ou comprimento de onda de cor. Mas, a expressão e o significado daquilo que é percebido, resultam das “forças perceptivas”. Estas forças são dinâmicas e não estão contidas nos objetos, mas decorrem das relações mútuas existentes entre os elementos de uma

representação. Sendo assim, Arnheim conclui que a observação desta não se dá pela identificação das várias unidades de informação, mas das relações existentes entre elas. Estas relações, são estabelecidas pela interação das forças dos elementos e pela configuração da composição e são responsáveis pelo conteúdo informacional da representação.

Quando Arnheim se refere à configuração, quer dizer os princípios de organização visual que fazem com que a representação pictórica seja captada pela mente humana. O indivíduo, ao olhar para um objeto, não apenas o reconhece, mas explora seus contornos, texturas e superfícies. O olho humano é capaz de perceber detalhes bem pequenos, mas isso não significa que a percepção funcione como uma câmara fotográfica, que registra todos os elementos de uma cena de maneira imparcial. “Ver significa captar algumas características proeminentes dos objetos – o azul do céu, a curva do pescoço do cisne, a retangularidade do livro” (ARNHEIM, 2005, p. 36). Os traços relevantes de um objeto contribuem para que este seja identificado, além de formarem um padrão integrado completo.

Cada parte de um objeto pode ser um padrão. Por exemplo, ao olhar para um rosto, percebe-se seus componentes essenciais, que o caracterizam como tal, com olhos, nariz e boca. Estes três elementos formam o padrão do arranjo *rosto*. No entanto, se o observador voltar sua atenção a apenas uma dessas partes, como o olho, perceberá que seus componentes também formam um padrão total, composto, nesse caso, por íris, pupila, pálpebras e cílios. Porém, Arnheim afirma que, tanto o objeto quanto os padrões nele contidos, só serão percebidos da maneira correta se o observador já possuir conceitos visuais relacionados a eles.

Conceito visual

As experiências perceptivas que se tem de um dado objeto são chamadas pelo autor de conceito visual que consiste na imagem mental de algo, resultante de experiências visuais anteriores pela sua captação através de pontos de vista e contextos diversos. Dessa maneira, o observador, diante de uma representação, tem sua percepção influenciada pelos traços de objetos familiares retidos na memória, o que pode levar a interpretações diversas de uma mesma figura.

Arnheim diz que a projeção retiniana (estímulo) não é determinante no processo perceptivo. A maneira como um objeto visto é reconhecido ou interpretado, depende também, das experiências visuais do observador com tal objeto. Além dos aspectos

fisiológicos e referenciais, a percepção também é influenciada pelo grau de simplicidade da configuração visual.

2.1.2 Simplicidade

Um dos fundamentos da abordagem de Arnheim é a simplicidade. O autor afirma que “qualquer padrão de estímulo tende a ser visto de tal modo que a estrutura resultante é tão simples quanto as condições dadas permitem” (ARNHEIM, 2005, p. 47).

A simplicidade de uma composição depende dos elementos mínimos necessários à sua expressão, bem como de sua organização. Sendo assim, uma composição simples pode estar associada a arranjos complexos, desde que estes possuam uma configuração formal organizada. A Figura 2. 2 demonstra por meio de escalas musicais, exemplos de simplicidade. Em *a* há um número maior de elementos estruturais, no entanto, eles se apresentam em ordem crescente e em intervalos iguais o que torna sua leitura mais simples. Embora em *b* o número de elementos seja menor, as direções e intervalos entre eles são diferentes, tornando sua estrutura mais complexa.

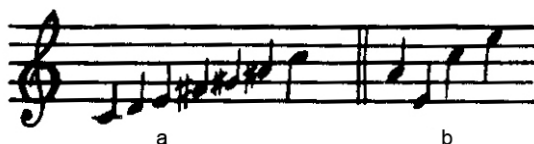


Figura 2. 2: Exemplo de simplicidade
Fonte: Arnheim (2005, p. 48)

De acordo com o autor, informações organizadas de maneira simples contribuem para a identificação clara de suas posições, significados e funções, ou seja, possuem um poder organizador da percepção mais efetivo. Já arranjos complexos exercem um controle forçado em que o mecanismo receptor apenas organiza os elementos da maneira mais simples possível.

Considerando que toda representação pictórica, seja ela realista ou abstrata, é dotada de significado, Arnheim afirma que a utilização de representações simples para expressar algo complexo pode não alcançar um resultado simples. Para que seja simples, a estrutura requer uma correspondência entre significado e a forma que o expressa.

Nivelamento e aguçamento

Como nem sempre a simplicidade é determinada pelo número de elementos estruturais de uma figura, reduzi-los não significa tornar o arranjo mais claro. Diminuir as ambiguidades, estabelecendo distinções mais nítidas, contribui para simplificar a tarefa do observador. Os três arranjos da Figura 2. 3, exemplificados por Arnheim, demonstram que quanto mais evidentes são as características estruturais, mais simples se torna a percepção. Em *a* a diferença entre a altura das duas pontas é quase imperceptível, trazendo ambiguidade à figura. Essa situação apresenta um estímulo fraco ao observador, dando a ele liberdade de interpretação. Já os arranjos *b* e *c* apresentam condições mais bem definidas. No primeiro, a figura é simétrica, enquanto no segundo, a diferença entre a altura das duas pontas é aguçada.

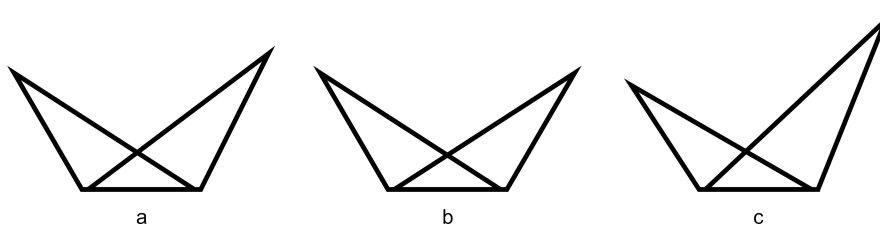


Figura 2. 3: Exemplos de nivelamento e aguçamento
Fonte: Arnheim (2005, p. 58)

Tanto o nivelamento dos elementos quanto o aguçamento dos mesmos tornam a estrutura perceptiva mais clara. O nivelamento é obtido com o uso de artifícios como a unificação, o realce da simetria, a redução das características estruturais, a repetição, a supressão de detalhes não integrados, a eliminação da obliquidade. O aguçamento, ao contrário, evidencia as diferenças e intensifica a obliquidade.

Subdivisão e semelhança

Arnheim afirma que em um arranjo visual com várias figuras, é possível discerni-las umas das outras, graças à capacidade do mecanismo perceptivo de fazer subdivisões. A subdivisão depende da simplicidade, ou seja, uma configuração simples favorece a separação visual. No entanto, o discernimento das formas não é suficiente. As formas visuais para serem úteis devem corresponder aos objetos do mundo físico.

Contrapondo-se à subdivisão, a semelhança “atua como um princípio estrutural apenas em conjunção com a separação, isto é, como uma força de atração entre coisas

separadas” (ARNHEIM, 2005, p. 70), ou seja, possibilita o agrupamento e a separação. A Figura 2. 4 consiste na representação tridimensional de um processo de inseminação artificial onde o agrupamento se dá de várias maneiras. É possível agrupar as formas pelo tamanho, onde fica evidente a separação entre as unidades circulares pequenas e as maiores que as envolvem. Propriedades de cores e texturas também possibilitam separação de grupos. Pode-se observar, na mesma figura, unidades circulares lisas e transparentes diferenciando-se das texturizadas e menos translúcidas. Atentando-se para a semelhança das formas, percebe-se o grupo dos elementos circulares e o grupo dos lineares.

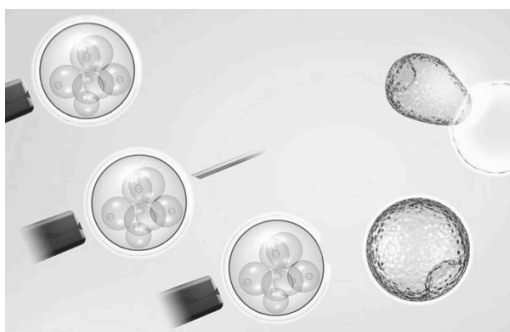


Figura 2. 4: Exemplo de agrupamento (ilustração 3D do processo de inseminação artificial)
Fonte: <http://bit.ly/9T7Fxx>

A semelhança entre elementos de um arranjo, evidencia as diferenças entre os demais elementos constituintes. Semelhanças e diferenças são percepções relativas. Além das semelhanças, a localização espacial também influencia no agrupamento, contribuindo para a formação de unidades e para a unificação do todo. A Figura 2. 5 consiste em uma ilustração de alvéolos e bronquíolos humanos, onde se pode identificar o agrupamento por localização espacial.

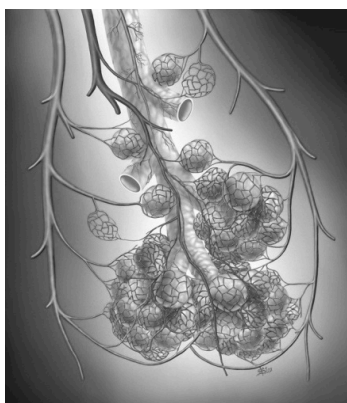


Figura 2. 5: Exemplo de agrupamento por localização espacial
Fonte: <http://ilustarmedicina.blogspot.com/>

Sendo assim, Arnheim coloca que a unidade de um objeto visual é tão mais evidente quanto mais semelhantes forem seus elementos em características como cor, claridade, tamanho, direção entre outras. Essas características em uma representação são definidas pelo seu autor que decide quais elementos configurativos irá retratar e de que maneira o fará.

2.1.3 Aspectos representativos

A representação, assim como a percepção, também acontece a partir das características formais e espaciais mais marcantes de um objeto. Esse julgamento é feito pelo autor que determina que elementos da configuração serão representados. Ele é influenciado pelo objeto físico, pelo meio de luz que transmite a informação e por suas próprias condições mentais.

Arnheim considera a representação tridimensional, uma cópia do objeto real. Já a representação pictórica bidimensional é uma tradução deste e baseia-se na imagem do objeto real (conceito visual), concebida através de suas características estruturais essenciais. Quando o esqueleto estrutural de um objeto tem pouca relação com a estrutura do conceito visual, pode criar falsas associações.

Arnheim ressalta diversos aspectos representativos que auxiliam o observador no reconhecimento do objeto, bem como na percepção de suas particularidades e das relações entre os elementos pictóricos. Alguns desses aspectos, como sobreposição, linhas, profundidade e cor, são apresentados a seguir.

Sobreposição

A representação do todo de um objeto, por vezes sofre interrupção de partes dele próprio. Nesse caso, a sobreposição dessas partes pode dar a ideia de ordenação de suas unidades constituintes. A sobreposição também pode ser percebida com a utilização de transparência. Para indicar a correta hierarquia das formas competidoras, é importante que a área de transparência do elemento que estiver na frente seja mais clara que a outra. A Figura 2. 6 indica duas situações de transparência. Em *a* há uma barra branca cruzando uma barra preta, onde a área de transparência é indicada por um cinza claro, indicando que aquela está por sobre esta. Em *b* a percepção é contrária. Como a área da transparência é representada por um cinza mais escuro, percebe-se a barra preta sobrepondo-se à branca.

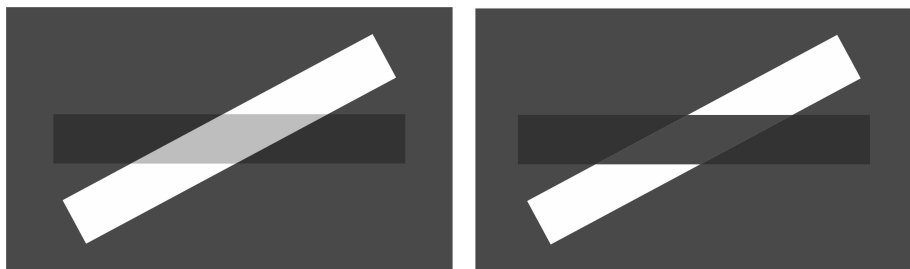


Figura 2. 6: Exemplo de sobreposição com transparência
Fonte: adaptado de experiências feitas por Oyama e Morinaga (ARNHEIM, 2005, p. 245)

Linhas e ambiguidade

A representação pictórica se dá, principalmente, pelo uso de linhas. Estas podem ser representadas como objetos e percebidas como unidades. As linhas podem ser vistas desse modo, na imagem gerada em um exame de Angiografia cerebral (Figura 2. 7).



Figura 2. 7: Exemplo de linha-objeto
Fonte: <http://noticias.sapo.pt/magazine/985260.html>

Quando as linhas são utilizadas em conjunto, paralelas e próximas umas das outras, atinge-se um efeito hachurado, que possibilita a representação de sombras, bem como a diferenciação de superfícies, como mostra o mapa de *laser* em um modelo 3D da cabeça humana (Figura 2. 8). Nesses casos, as linhas são percebidas como um todo, como uma superfície sombreada ou de textura diferenciada.

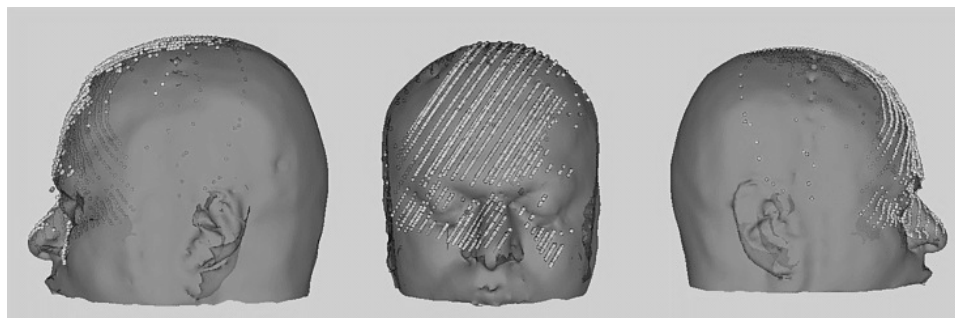


Figura 2. 8: Exemplo de linhas hachuradas (registro do modelo virtual 3D e mapa de *laser*)
 Fonte: http://groups.csail.mit.edu/vision/medical-vision/surgery/surgical_navigation.html#models

Se a linha formar uma figura fechada, configura-se em contorno, delimitando o que está dentro e o que está fora da linha traçada, ou o que está no primeiro plano e o que é fundo.

Quando duas figuras possuem um contorno em comum, percebe-se certo incômodo visual, pois se tem a impressão que as figuras competem pela supremacia. “O contorno comum é perceptivamente ambíguo porque a dinâmica que determina a identidade visual das formas, é reversa” (ARNHEIM, 2005, p. 216). Isto é, quando se atribui o contorno a uma das formas, ela prevalece. Mas ao atribuir o contorno à segunda forma, esta é que prevalecerá em relação à primeira. Um exemplo bastante utilizado é o do cálice contrapondo-se a dois rostos de perfil (Figura 2. 9). Quando se vê o cálice, não se reconhece o contorno dos rostos, o inverso também acontece. No entanto, é impossível que as duas versões sejam notadas ao mesmo tempo, sendo convertida em fundo a forma não percebida.

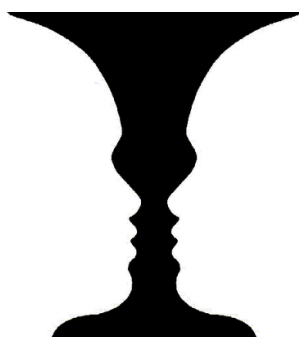


Figura 2. 9: Exemplo de figura-fundo
 Fonte: <http://analisequantica.blogspot.com/2010/05/mercado-quantico-x-gestalt-logica-do.html>

Arnheim diz que quando as partes possuem texturas diferentes, a situação figura-fundo pode ser reforçada. A imagem de ultrassonografia (Figura 2. 10a) demonstra que a

área texturizada é percebida como figura sobre um fundo escuro. Ou invertida, como mostra a Figura 2. 10b, em que a parte com textura parece uma área contínua com um orifício (mancha escura).



Figura 2. 10: Figura com textura (imagens de ultrassonografia)

Fonte: (a) <http://www.fetalmed.net/o-que-e-ultrassonografia-morfologica.html>

(b) <http://theadvance.info/index.php?key=Ultrassonografia>

Percebe-se que nos dois casos demonstrados acima, a forma texturizada prevalece como figura, enquanto a parte lisa, é percebida como fundo. Pode-se afirmar, portanto, que a diferença de texturas entre os elementos de um arranjo pictórico contribui para a percepção da sobreposição dos elementos. A hierarquia entre os elementos em uma representação também pode ser evidenciada com a simulação de profundidade, segundo Arnheim, através de gradientes, conforme segue.

Profundidade

De acordo com Arnheim, quanto mais nítido e regular for o gradiente, mais claro será o efeito de profundidade. Por exemplo, quando se altera o tamanho de uma forma, obedecendo-se a uma razão constante, o observador percebe um aumento de profundidade, também constante. A Figura 2. 11 representa um vaso sanguíneo seccionado

com células em seu interior. Estas células aparecem progressivamente aumentadas, levando à percepção de profundidade.

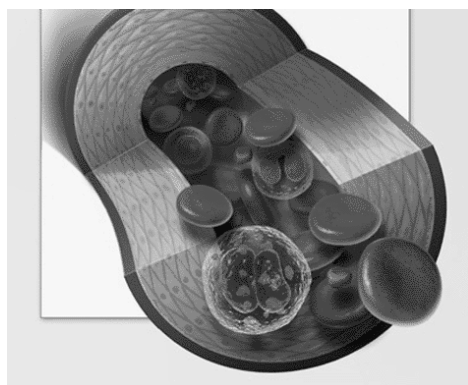


Figura 2. 11: Exemplo de profundidade por gradiente de tamanho
 Fonte: http://www.labgeminis.com/plantilla.php?id_sub_seccion=333

A distância entre os elementos determina como será percebida a profundidade. “Em conjuntos globais bem como em objetos isolados, os gradientes constantes de claridade, como gradientes constantes de tamanho oferecem um aumento ou decréscimo contínuo de profundidade. As transições súbitas de claridade ajudam a produzir saltos de distância.” (ARNHEIM, 2005, p. 302).

O gradiente de cor também proporciona a percepção de profundidade. Quando uma superfície é iluminada, significa que ela está voltada a uma fonte de luz, enquanto superfícies escuras significam o afastamento da luz. A Figura 2. 12 mostra imagens de uma ecocardiografia tridimensional em que o gradiente de cor (brilho) dá a noção de proximidade e afastamento em relação ao dispositivo de captação da imagem, demonstrando a profundidade das figuras.

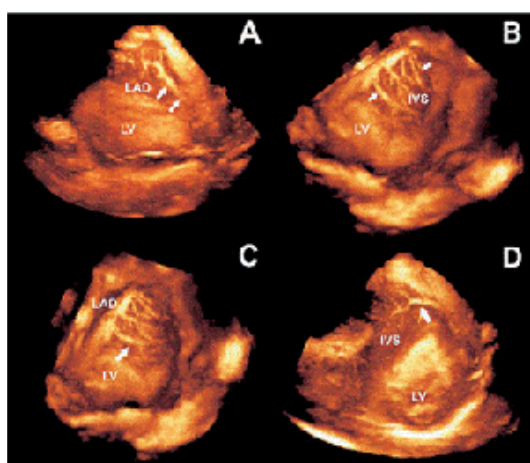


Figura 2. 12: Exemplo de gradiente de cor (exame de ecocardiografia tridimensional)
 Fonte: <http://www.incor.usp.br/spdweb/projetos/viseco3d.htm>

Portanto, em uma composição pictórica que possua gradientes, é possível perceber a profundidade e a orientação espacial dos elementos, se estão em um mesmo plano, próximos ou afastados uns dos outros.

Cor e forma

De acordo com Arnheim, todas as pessoas percebem as cores da mesma maneira, exceto em casos de anormalidades como o daltonismo. Graças à capacidade que o ser humano possui de distinguir áreas de claridade e cor diferentes, é possível que ele perceba os limites determinantes dos objetos. O número de cores que um indivíduo normal consegue distinguir com clareza, está em torno de seis. Dentre eles, pode distinguir com segurança os tons avermelhado, azulado, amarelado e cinzentos.

As cores, quando aplicadas a formas distintas, tornam mais evidente a discriminação visual. No entanto, a forma é um meio de diferenciação mais eficaz do que a cor, pois possibilita uma quantidade infinita de variações mais resistentes ao ambiente. A configuração não é influenciada pelas mudanças de claridade ou cor do ambiente, enquanto a cor está sujeita a variações perceptivas em decorrência desse fatores. Desse modo, é seguro afirmar que as formas são elementos de identificação e orientação mais seguros do que a cor, “a menos que a discriminação da cor limite-se às primárias fundamentais” (ARNHEIM, 2005, p. 325).

Entretanto, há casos em que as formas são constantes e o único elemento diferenciador é a cor. Exemplos desse tipo podem ser encontrados com frequência em representações informacionais, como mapas e diagramas.

2.1.4 Representação pictórica informacional

Para Arnheim, quando uma representação pictórica possui fins informativos o que importa são as propriedades do objeto representado. Imagens médicas, por exemplo, devem revelar algumas propriedades importantes relacionadas ao fim a que se prestam, como a diferenciação entre uma textura áspera e outra lisa, o tamanho relativo e a posição dos órgãos, os vasos sanguíneos etc. Uma ilustração com propósito informativo, de acordo com o autor, deve omitir detalhes desnecessários à compreensão da mensagem e representar características essenciais, com precisão de forma, sem ambiguidades. A ilustração do corpo humano evidenciando o sistema nervoso periférico (Figura 2. 13) demonstra a coerência

necessária para representações pictóricas informativas, deixando evidentes as proporções e a localização das estruturas representadas, bem como as relações entre elas.

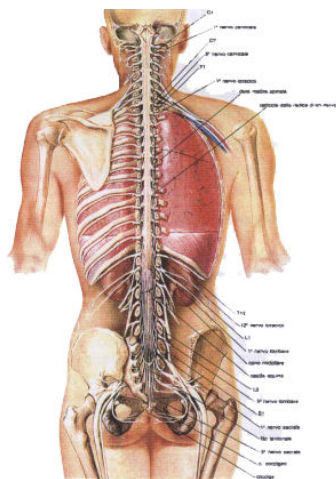


Figura 2. 13: Exemplo de representação pictórica informativa - sistema nervoso periférico humano
Fonte: <http://bit.ly/fGS711>

Em alguns casos, o afastamento da representação realista pode alcançar melhores resultados informativos. Segundo Arnheim, as representações diagramáticas, por vezes são mais eficazes, já que a representação de um objeto se dá através de suas propriedades mais relevantes. A Figura 2. 14 ilustra um esquema de circulação sanguínea. Nesse caso, a informação mais relevante diz respeito aos diferentes trajetos, ao sentido do fluxo e às ligações entre órgãos e vasos. Os dados de distância, por exemplo, não são necessários, tampouco a correta proporção entre os elementos presentes no esquema.

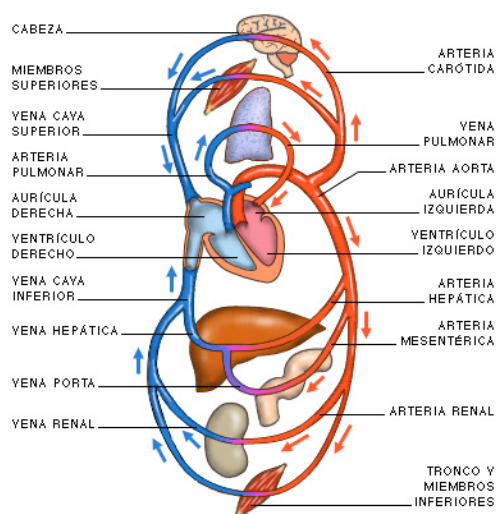


Figura 2. 14: Exemplo de representação diagramática (esquema de circulação sanguínea)
Fonte: <http://html.rincondelvago.com/anatomia-y-fisiologia-general.html>

Portanto, pode-se dizer, com base em Arnheim, que a escolha entre um tipo de representação e outro deve ser determinada de acordo com o objetivo da imagem. A riqueza de detalhes, por exemplo, pode ser adequada para certos fins, mas pode atrapalhar em outros. O mesmo pode-se dizer das representações esquemáticas que podem ser insuficientes em alguns casos e muito eficazes em outros.

2.1.5 Síntese da abordagem de Arnheim

Diante do exposto, evidencia-se que, para Arnheim, a percepção é propiciada pelos estímulos fisiológicos e influenciada pelos conceitos visuais do observador. Já a representação está relacionada à cópia (em um meio tridimensional) ou à tradução (em um meio bidimensional) de um objeto real, mas é determinada pelas escolhas e conceitos visuais do autor da composição.

Arnheim afirma que a percepção humana busca sempre a leitura mais simples de uma composição (princípio da simplicidade). As condições para que isso aconteça dependem dos elementos representados, bem como de sua organização.

A escolha dos elementos da composição, assim como a maneira que estes são representados, estabelece relações entre as partes e afeta o reconhecimento por parte do observador. Dentre os aspectos citados por Arnheim, estão sobreposição, linhas, profundidade e cor. A decisão sobre o que representar e de que forma, vai depender do objetivo visado pelo autor, o que ele espera que seja percebido e de que maneira.

Os princípios básicos da percepção elucidados por Arnheim, contribuem fortemente com esse trabalho, pois se relacionam ao objeto de estudo dessa pesquisa. No entanto, outros autores divergem de alguns dos princípios da abordagem gestaltista e acrescentam novos aspectos a seus fundamentos de percepção, como Gombrich (1986), apresentado a seguir.

2.2 A abordagem de Gombrich (1986)

Grande parte dos estudos de Gombrich sobre representação e percepção visual apoiam-se na Teoria da Ilusão. Nela, o autor afirma que uma representação não precisa conter todas as informações do objeto real para que seja compreendida, mas é necessário que as informações presentes levem o observador à ilusão e o induzam a concluir a mensagem transmitida. Para o autor, percepção e interpretação possuem significados diferentes.

Enquanto a primeira consiste em estímulos sensoriais, a segunda é a atribuição de significado a tais estímulos.

A abordagem de Gombrich destaca a importância do meio, do autor da representação e do observador para a captação da mensagem, bem como enumera as condições para que haja ilusão, conforme segue.

2.2.1 A importância do meio

Para Gombrich, a representação é uma tradução do que o autor da figura vê, utilizando-se do meio e de instrumentos disponíveis. Independente do grau de verdade, as representações pictóricas baseiam-se em coisas reais, entretanto, as informações da realidade são muitas e os meios para reproduzi-la graficamente, restritos. Sendo assim, a mensagem visual é condicionada pelas características do meio utilizado, pela gama de cores e tons, pelos materiais e técnicas utilizadas. O autor, então, tem sua expressão limitada à capacidade oferecida pelo seu meio e instrumento, ou seja, “sua técnica restringe sua liberdade de escolha” (GOMBRICH, 1986, p. 56). Um desenho a lápis propicia o registro de detalhes que o pincel não é capaz de reproduzir. Quando o instrumento é o lápis, o assunto é visto em termos de linhas, enquanto que com o pincel, o mesmo assunto é visto em termos de massas.

Segundo Gombrich, independente do meio utilizado, qualquer representação pode levar ao reconhecimento do objeto real, desde que nela estejam presentes as características essenciais deste, sugerindo-o. Mesmo em casos onde há apenas manchas ou figuras esfumaçadas, é possível a identificação pelo observador. A Figura 2. 15 mostra uma imagem de ultrassonografia de gravidez em que é possível perceber o bebê, mesmo que a figura não retrate detalhes, apenas manchas.



Figura 2. 15: Ultrassonografia uterina

Fonte: <http://www.klickeducacao.com.br/2006/enciclo/encicloverb/0,5977,IGP-10706,00.html>

Esse reconhecimento acontece devido à capacidade humana em identificar padrões básicos, mesmo que com recursos e características diferentes. Os indícios gráficos de um arranjo visual estimulam a mente do observador, fazendo-o relacionar o objeto representado com o real. Dessa maneira, a semelhança é suficiente para tornar a mensagem compreensível.

2.2.2 A influência do autor da representação

Além de ser condicionada pelas características e possibilidades do meio, a representação também sofre influência das habilidades e decisões do seu autor. Ele é quem determina de que maneira o objeto será representado, partindo da sua concepção sobre tal objeto e de suas preferências. O olhar do produtor da imagem não é isento. A representação não parte somente da impressão visual do objeto real, mas é também influenciada pelos conceitos visuais, ou imagens mentais, que o sujeito detém de formas e coisas conhecidas, as chamadas *schematas*.

Gombrich defende que para representar um dado objeto é preciso possuir uma *schemata* referente a ele. Sendo assim, o produtor da figura tende a representar o que faz parte de seu repertório mental. A importância das *schematas* para a representação pode ser percebida no exemplo da Figura 2. 16. Entre 1492 e 1494, Leonardo Da Vinci, em seus ensaios sobre a anatomia humana representou um útero com quatro meses de gestação. No entanto, segundo Assis Junior (2007), a forma da placenta não corresponde à humana, mas à de uma vaca. A cabeça do feto também é pequena demais em relação ao corpo. Acreditava-se que Da Vinci nunca teria dissecado um corpo humano, portanto, não

conhecia em detalhes as propriedades visuais do útero e do feto humano, isto é, não possuía *schematas* suficientes.

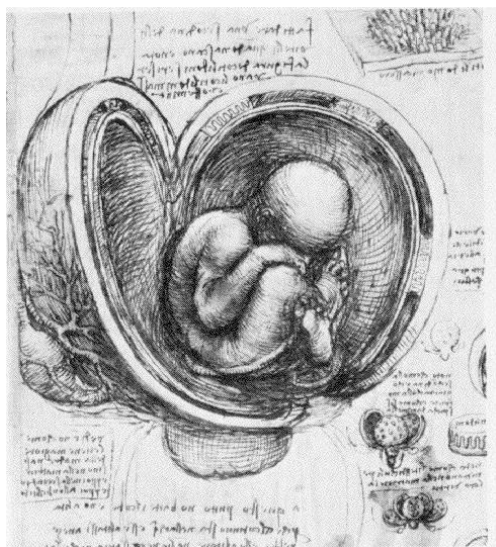


Figura 2. 16: Ensaio sobre anatomia humana de Leonardo da Vinci

Fonte: <http://medicinisart.blogspot.com/2010/05/genio-em-pintura-e-desenho-arquitetura.html>

Observando-se o exemplo de Da Vinci, percebe-se que além das informações obtidas e das *schematas* do produtor da representação, as escolhas feitas por ele influenciaram o resultado da obra, como, por exemplo, quais características representar, em qual ângulo, com que nível de detalhamento.

Segundo Gombrich, o detalhamento não é necessário para que um objeto seja reconhecível, basta para isso, certo número de elementos distintivos. No entanto, se informações essenciais são deixadas de fora, a informação torna-se deficiente. Em alguns casos o nível de detalhamento é necessário para que a mensagem seja eficaz. Pode-se citar como exemplo as imagens médicas. A Figura 2. 17a permite a identificação correta do cérebro (quando o indivíduo possuir essa *schemata*), mas para fins de demonstração ou estudo para um médico ou estudante de medicina ela é ineficaz. Nesse caso, a figura precisa apresentar informações mais detalhadas, como na Figura 2. 17b.

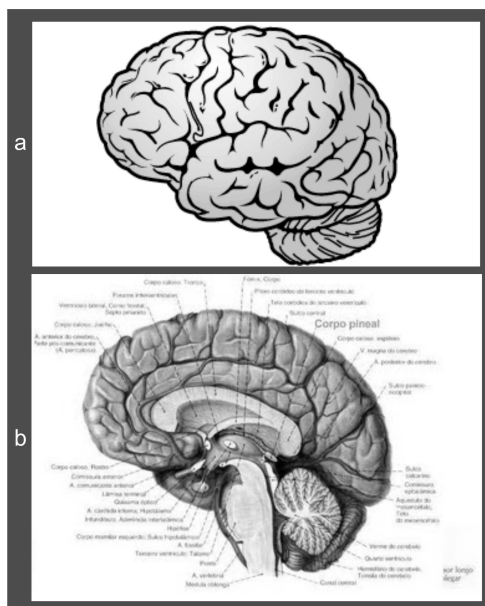


Figura 2. 17: Exemplos de imagens simples e detalhadas
 Fonte: (a) <http://pessoas.hsw.uol.com.br/genios1.htm>;
 (b) <http://esportecastroalves.blogspot.com/2010/01/planejamento-1-ano.html>

Entende-se, portanto, que enquanto para o reconhecimento de um relógio pode bastar a reprodução de seus ponteiros, para uma imagem científica, muitas vezes, é necessária a representação próxima do real e detalhes que tornem a informação eficaz.

2.2.3 O papel do observador

Uma representação pictórica é vista pelo observador não como uma réplica da realidade, mas como um conjunto de experiências visuais. Não só a influência do meio e do autor da composição determinam a percepção da mensagem visual, a mente do observador também tem participação nesse processo.

É possível que todas as pessoas, alguma vez, ao olhar para o céu em um dia com nuvens tenha identificado nestas, figuras conhecidas. E, provavelmente, essas pessoas olhando para a mesma nuvem não reconheceram a mesma imagem. Segundo Gombrich (1986), a associação de formas às nuvens acontece pela faculdade imitativa do ser humano. As imagens vistas são sempre relacionadas a coisas conhecidas. De acordo com o autor, a capacidade de ver figuras nas nuvens está condicionada à capacidade de um indivíduo em relacionar suas formas a objetos armazenados em sua mente (*schematas*). Uma vez que a mente do observador guia a sua percepção de coisas visíveis, pode-se afirmar que esta é influenciada pelo repertório mental do indivíduo, bem como por suas atitudes e expectativas, predispondo-o a ver (ou ouvir) uma coisa ao invés de outra.

Diante de uma mensagem visual, o indivíduo procura classificar a informação de acordo com suas *schematas* para então projetá-la no material percebido. Sendo assim, o observador sempre compara suas projeções (dirigidas pelos indícios apresentados) à mensagem. Caso esta contradiga suas expectativas, cabe a ele fazer novas combinações dos dados e tentar uma nova leitura que faça sentido. Segundo Gombrich, interpretar uma mensagem é testar suas potencialidades para ver qual delas se ajusta.

Gombrich (1986, p. 211) afirma que “na interpretação de imagens como na audição de palavras, é sempre difícil distinguir o que nos é dado daquilo que nós mesmos oferecemos como suplemento no processo de projeção que o reconhecimento desencadeia”. A representação pictórica baseia-se em coisas reais, no entanto, ela é apenas a imitação de alguns aspectos do real, não pode ser uma cópia idêntica. A interpretação e a compreensão ficam a cargo do observador.

De acordo com o exposto, entende-se que o processo de percepção, seguindo a teoria de Gombrich, fundamenta-se em uma atividade constante do observador de supor e rever sua suposição de acordo com sua experiência visual.

2.2.4 Condições de ilusão

Sabe-se que uma representação é interpretada pelo observador de acordo com as projeções de sua mente, induzidas pelo arranjo visual. As projeções, por sua vez, são influenciadas pelas expectativas deste indivíduo. Sendo assim, é necessário que sejam dados indícios que favoreçam a leitura da mensagem visual em dada situação. Gombrich (1986, p. 176) afirma que a “expectativa cria ilusão”, que se um indivíduo, diante de um conteúdo informativo, possuir expectativa, ou ainda, conhecimento prévio do contexto, mais facilmente terá sua projeção dirigida.

Certas situações e recursos gráficos (indícios) favorecem a criação de ilusão, dentre eles estão: características mínimas e familiaridade; contexto; princípio do etc.; ambiguidade; perspectiva.

Características mínimas e familiaridade

Gombrich aponta que a representação de um objeto, através de suas características mínimas necessárias, leva o observador a reconhecê-lo. Em outras palavras, as pistas dadas pelo arranjo pictórico, induzem o indivíduo a buscar uma *schemata* específica que permita a interpretação da mensagem visual.

Um exemplo de como características mínimas ativam a associação a uma *schemata* específica, pode ser observado na Figura 2. 15. O feto é representado por áreas esfumaçadas e texturizadas em um fundo preto. Ainda assim, é possível identificá-lo, uma vez que os elementos representados induzem à interpretação. No entanto, a correta leitura só é possível ao indivíduo que estiver familiarizado às formas indicadas.

Portanto, a compreensão da mensagem não depende apenas dos elementos representados. A interpretação dos elementos mínimos de uma representação é possível apenas se o observador estiver familiarizado com o objeto e com o contexto em que está inserido.

Contexto e princípio do etc.

A familiaridade do observador com o contexto em que o objeto representado se insere também é apontado por Gombrich como uma condição de ilusão. Elementos que sugerem um contexto ou situação, favorecem as condições de expectativa e antecipação, induzindo o observador e fazer projeções. Sendo assim, o observador pode ser induzido, pelos elementos gráficos de uma representação, a completar seu significado.

As projeções dirigidas também podem ser estimuladas pelo número de elementos do arranjo visual. Quando se tem a repetição de elementos de mesma categoria em grande quantidade, o observador é induzido à ilusão de infinito. Gombrich refere-se a esse recurso como “princípio do etc.” que consiste na ideia que o ser humano faz de que ver algum elemento de uma série é como ver a todos os outros. Na Figura 2. 18, é demonstrada a destruição de uma célula cancerígena ao lado de uma célula saudável. A célula da esquerda é representada como que se desmaterializando em esferas enquanto a da direita tem sua superfície coberta por vilosidades. Nas duas imagens, o autor não reproduziu a totalidade de esferas e vilosidades de cada célula, mas se tem a impressão que todas estão representadas, inclusive nas áreas das esferas não demonstrada no desenho.

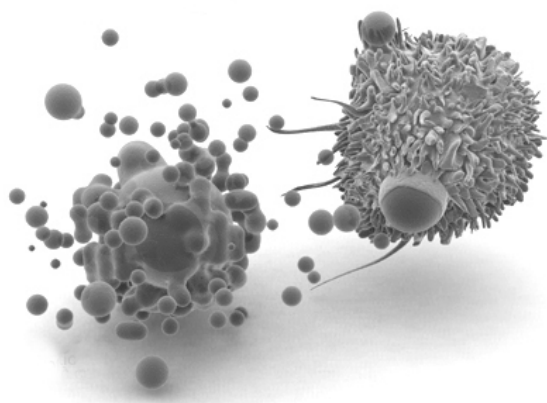


Figura 2. 18: Exemplo de princípio do etc. (célula cancerígena em destruição ao lado de célula normal)
 Fonte: <http://psacontrol.blogspot.com/2008/04/clula-branca-e-clula-de-cncer-da.html>

Assim como o reconhecimento das características mínimas, a indução ao infinito também depende da familiaridade do observador com o objeto representado. Pois, caso o indivíduo não possua as *schematas* correspondentes, sua interpretação da imagem pode não ser a pretendida pelo autor da mesma.

Ambiguidade

As interpretações são flexíveis e possuem caráter exclusivo, segundo Gombrich. Ou seja, a leitura da mensagem visual é determinada pelas projeções dirigidas do observador. Tais projeções são influenciadas pelo repertório mental, que varia de pessoa para pessoa. Dessa forma, uma mesma imagem pode ser interpretada de maneiras diversas por pessoas diferentes. Ou ainda, uma mesma imagem pode oferecer a cada indivíduo mais de uma possibilidade de interpretação. Uma mesma imagem que possibilita diversas interpretações é chamada ambígua. A Figura 2. 19 mostra uma imagem ambígua, ora vista como pato, ora como coelho. Quando o que se vê é o pato, o coelho deixa de existir e vice-versa.

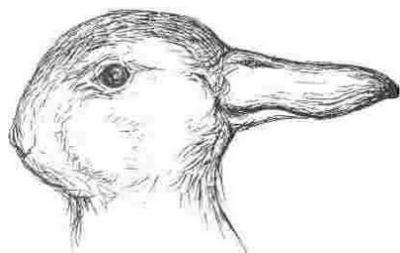


Figura 2. 19: Exemplo de imagem ambígua
 Fonte: <http://obreveverbo.blogspot.com/2008/08/coelho-pato.html>

Essa ambiguidade é inerente a todas as imagens e nem sempre é percebida pelo observador, já que as diversas interpretações não podem ser vistas simultaneamente.

Perspectiva

Considerando que representações pictóricas são representadas em suportes bidimensionais, a percepção de profundidade pelo observador também é ilusão. O veículo bidimensional exige muitas vezes que a representação seja construída de modo a iludir o observador que ela possui a terceira dimensão. Segundo Gombrich, a perspectiva, tanto quanto as sombras, proporcionam essa ilusão. Mostram o quanto objetos, ou partes deles, retrocedem ou se afastam do olho. Caso contrário, os espaços seriam confundidos e as formas, achatadas.

2.2.5 Síntese da abordagem de Gombrich

Em sua Teoria da Ilusão, Gombrich defende que para a compreensão de uma representação pictórica basta que nela estejam presentes características essenciais do objeto representado que levem o observador a reconhecê-lo. Destaca a influência do meio, do autor e do observador na representação, percepção e interpretação da mensagem visual, assim como apresenta situações e recursos gráficos que levam o observador à ilusão.

Além de ser condicionada pelas características e possibilidades do meio, a representação sofre influência das habilidades e decisões do seu autor, bem como de suas *schematas*. O processo de representação pode ser descrito como o resultado das habilidades e *schematas* do produtor da composição pictórica somadas às possibilidades do meio. O produtor reconhece o objeto que vai representar ao associá-lo às imagens mentais correspondentes. Com suas habilidades e escolhas (técnica, instrumento, nível de detalhamento etc.), concebe a imagem adaptando suas *schematas* ao meio e à mensagem que deseja transmitir.

A percepção e a interpretação, no entanto, são influenciadas pelo meio e pelo autor da representação, mas é determinada pela mente do observador. Os indícios presentes no arranjo visual dão condições para que o indivíduo seja iludido, induzindo-o a fazer associações (projeções dirigidas) entre as figuras observadas e as formas conhecidas armazenadas na sua mente. Dessa maneira, ele classifica a informação de acordo com as *schematas* que possui.

A percepção de uma representação pictórica leva o observador a fazer projeções dirigidas, para que possa interpretar a mensagem. As projeções, por sua vez, são

influenciadas e adaptadas às expectativas desse indivíduo. Essas expectativas, portanto, favorecem a ilusão.

A partir desse estudo, entende-se que a teoria construtivista de Gombrich aborda a representação e a percepção/interpretação como processos que se alternam entre esquema-correção e projeção-adaptação respectivamente. Nesses processos, fica evidente a importância das *schematas*, tanto do autor quanto do observador.

A teoria proposta por Gombrich possui bases construtivistas, assim como a enunciada por Goodman (2006). Entretanto, este apresenta novas proposições sobre a representação e a percepção pictórica que, em diversos pontos divergem da de Gombrich, conforme segue.

2.3 A abordagem de Goodman (2006)

A abordagem de Goodman possui bases construtivistas (FRAZÃO, 2009; MATEUS, 2010; RAMME, 2004), levando-o a afirmar que o mundo é construído a partir de sistemas de símbolos⁹. Tais sistemas consistem em *versões de mundo*, que são particulares a cada indivíduo e estão ligadas às suas necessidades e interesses. Com isso, Goodman revela o relativismo de sua teoria e afirma sua visão antirrealista. Já que, se a percepção de mundo difere de acordo com os sistemas simbólicos de cada pessoa, a representação se dá pelo modo como o autor desta vê o mundo, pelas seleções, ênfases e convenções utilizadas por ele. Dessa maneira, Goodman (2006, p. 62) afirma que “representar é uma questão de classificar objetos e não de os imitar, de caracterizar e não de copiar”. Com base nisso, pode-se afirmar que a representação realista não condiz com a realidade e que é tomada como tal, segundo o autor, por meio de convenções pessoais ou culturais.

Os sistemas simbólicos mencionados por Goodman não existem prontos na natureza, ao contrário, são construídos por cada indivíduo ao longo de sua vida, a partir de seus aprendizados. Tais sistemas permitem organizar e classificar as coisas e assim estabelecer relações entre grupos de objetos. As formas de organização, entretanto, são relativas, uma vez que os símbolos não ocorrem isoladamente, mas fazem parte de um sistema construído pelo observador. Assim, o significado de uma representação, segundo Goodman, não é derivado de sua configuração ou composição, mas lhe é atribuída pelo observador, de acordo com seus interesses e necessidades.

⁹ O autor refere-se ao termo ‘símbolo’ para denominar tudo que é capaz de referir ou representar alguma coisa. De forma generalista, refere-se à letra, ilustração, diagrama, fotografias ou representações abstratas.

Segundo Goodman, o sistema simbólico é formado por um conjunto de símbolos (esquema) e pelo campo de referência (domínio) que relaciona-se ao esquema. O autor afirma que qualquer sistema possui uma estrutura sintática (que estabelece as relações entre os símbolos) e uma estrutura semântica (que estabelece a relação entre os símbolos e seus referentes, ou aquilo que simbolizam). São essas estruturas, então, que permitem que, em um arranjo pictórico, ocorra a simbolização, ou seja, que os símbolos e seus referentes sejam identificados.

É com base nesses conceitos que o autor versa sobre representação e compreensão pictórica e tece sua Teoria dos Símbolos. A Teoria dos Símbolos de Goodman é guiada pelos modos de simbolização, ou seja, por relações de referência que, de acordo com o autor, consistem em denotação e exemplificação. Ambos os modos serão explicados a seguir.

2.3.1 Denotação

A denotação é empregada por Goodman em um sentido amplo para denominar a relação entre um símbolo e seu referente (a que o símbolo se refere). De acordo com o autor, a denotação pode ocorrer tanto pela descrição verbal quanto pela representação pictórica. Sendo que esta se refere ao objeto da pesquisa em questão, a abordagem, aqui, teve ênfase nesse tipo de ocorrência denotativa.

Condições para a representação

Goodman considera a representação um processo de classificação e caracterização que consiste na denotação de algo, por meio de um sistema de símbolos pictóricos, cujos significados são conhecidos. Para o autor, ao contrário de Arnheim (2005) e Gombrich (1986), representar não consiste na imitação do real, pois considera que a semelhança não é condição necessária à representação. Ressalta que a semelhança é reflexiva: todo objeto é semelhante a si mesmo; enquanto a representação não é: dificilmente o objeto representa a si mesmo. O autor afirma, ainda, que a semelhança é simétrica: um referente se assemelha ao seu denotante, tanto quanto este se assemelha ao seu referente; já a representação é assimétrica: uma fotografia pode denotar um lugar, mas o lugar não denota a fotografia. A partir disso, Goodman coloca que a denotação é a base da representação e não depende da semelhança para que ocorra.

O autor observa que entre representação e seu referente (relação pictórica) há uma relação similar a de um predicado e aquilo a que ele se refere (relação verbal). A um único objeto podem ser atribuídos predicados diversos, do mesmo modo, ele pode ser representado por diferentes imagens. A representação ocorre com base em um dentre vários aspectos de um referente. A representação, assim como a percepção, não depende só de como o produtor da imagem ou o observador vê o referente, seu olhar é influenciado por suas necessidades e conceitos pré-concebidos. Goodman ressalta que a interpretação influencia a percepção, ou seja, não existe “olhar puro”, a representação é construída de acordo com os valores que o autor da representação atribui ao objeto real; o mesmo pode-se dizer do observador da obra.

Nada pode ser representado totalmente desprovido ou plenamente de posse de suas propriedades, declara Goodman. Um objeto possui vários modos de ser, e não é possível que todos sejam representados concomitantemente. Pode-se dizer portanto, com base no autor, que a representação é incompleta, pois ao se escolher um modo de ser do referente, excluem-se os demais. Por exemplo, o referente ‘mão humana’ pode ser representado de diversas maneiras, variando seu modo de ser, de acordo com a necessidade da representação. Na Figura 2. 20, pode-se observar três exemplos. Em *a*, uma mão humana espalmada mostrando todos os dedos; em *b* observa-se a mão representada por seu esqueleto; e em *c* é representada a mão desenhista, capaz de segurar um lápis e movimentá-lo sobre o papel.

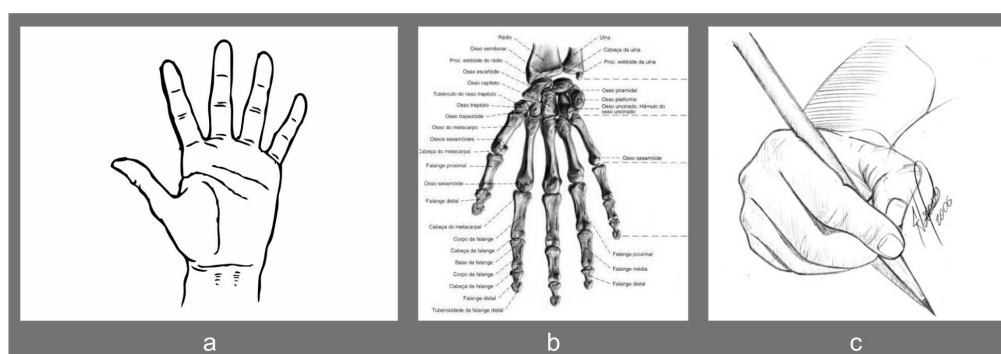


Figura 2. 20: Representações de mãos humanas em diferentes modos de ser
 Fonte: (a) <http://papeis.blogs.sapo.pt/125625.html>; (b) <http://bit.ly/hZxq0K>; (c) <http://www.crvdesign.com.br/des010.html>

Dessa maneira, quando o autor da representação decidiu mostrar a mão externamente, valorizando seu formato, deixou de representar a estrutura óssea da mesma, assim como não atribuiu a ela qualquer movimento ou *talento*. Nas duas outras situações

ocorre o mesmo, ao decidir por um modo de ser da mão humana, os autores abriram mão dos demais.

As três representações anteriores (Figura 2. 20) assemelham-se ao referente, mas percebe-se que o grau de detalhamento, varia entre uma e outra representação, no entanto, a identificação é possível nos três casos. Com isso, pode-se afirmar que não é o número de informações contidas em um arranjo pictórico que define sua eficácia, mas sua capacidade de remeter ao referente.

Relação entre a representação e o referente

As representações pictóricas nem sempre são baseadas em objetos reais ou conhecidos. Podem ser personagens fictícios, como os Jetsons (Figura 2. 21a), personagens de desenho animado criados por William Hannah e Joseph Barbera, na década de 60. Ou ainda, como um aglomerado de pessoas, como visto nas fotografias de uma passeata (Figura 2. 21b). Nesses casos, o critério de semelhança inexistente e, portanto, tais representações são ditas como de denotação nula.

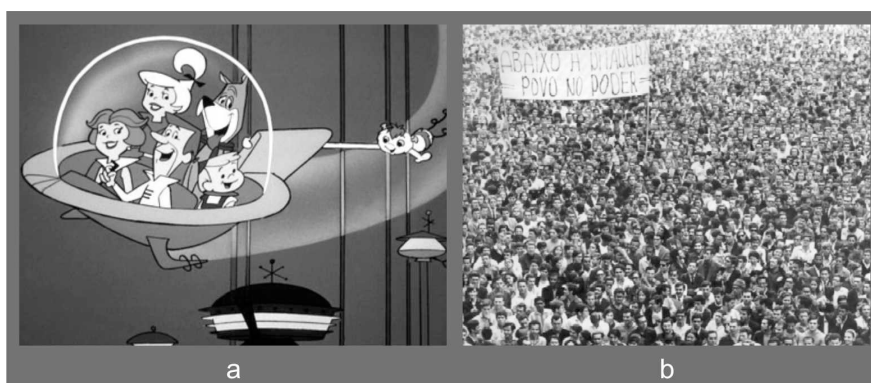


Figura 2. 21: Exemplos de denotação nula
Fonte: (a) <http://bit.ly/hL4KTQ>; (b) <http://bit.ly/PsoSm>

Com base nisso, Goodman afirma que conhecer o objeto não é pré-requisito para representá-lo, uma vez que uma representação pictórica pode significar um referente nulo. Tendo como exemplo os Jetsons, é impossível que Hannah e Barbera os tenham visto antes de desenhá-los, já que esses personagens não existem realmente.

O autor coloca também, que o processo referencial entre a representação pictórica e seu referente nem sempre ocorre de maneira direta. A significação pode acontecer por transferências de atributos (diretamente) ou mesmo indiretamente, desde que o sistema de símbolos utilizado denote o referente. A Figura 2. 22 traz dois exemplos. O primeiro (a)

representa a gripe pelo processo como o vírus invade o organismo humano (referência direta), já o segundo (b), representa a doença pelos sintomas sentidos pelo indivíduo infectado e não pela doença em si (referência indireta).



Figura 2. 22: Exemplos de referência direta e indireta
 Fonte: (a) http://biomedicinars.blogspot.com/2010_06_01_archive.html;
 (b) <http://resfriadonaogripe.wordpress.com/page/2/>

Portanto, a significação de uma imagem nem sempre condiz com sua descrição, como na Figura 2. 22b. Se, segundo Goodman, representar não é o ato de imitar, caracterizar ou copiar objetos, mas sim de classificá-los, a representação não é um relato passivo. A classificação é calcada em preferências e a etiqueta atribuída produz uma classificação e a registra.

Sistema de classificação

Segundo Goodman, a compreensão de uma representação se dá a partir do reconhecimento do que está representado e do tipo de significação que lhe é atribuída. O autor afirma que esse processo acontece com base em associações de etiquetas já desenvolvidas que, nada mais são que categorias de classificação que cada indivíduo possui, ou seja, seu sistema de conceitos mentais.

O sistema de classificação não é nato ao ser humano. As etiquetas são definidas e organizadas ao longo de sua vivência, portanto, são aprendidas e influenciadas culturalmente.

Os sinais utilizados na representação de um objeto, contribuem para a identificação do tipo de relação existente entre representação e referente. A Figura 2. 23 mostra a representação de um ser humano. A partir dos sinais presentes na imagem (estrutura

corpórea, cabelos curtos, órgão sexual), pode-se classificá-la como representação-de-ser-humano ou representação-de-homem.



Figura 2. 23: Representação de homem
Fonte: <http://topazio1950.blogs.sapo.pt/239610.html>

Ainda utilizando a representação do ser humano como exemplo, as figuras a seguir permitem classificações diferentes sobre o mesmo tema. Na Figura 2. 24 apresenta-se o ser humano desprovido de seus músculos e tecidos. Sendo assim, é possível classificá-la como representação-de-ser-humano, representação-de-esqueleto-humano ou, então, como representação-de-ser-humano-como-esqueleto.



Figura 2. 24: Representação de esqueleto humano
Fonte: <http://www.saberweb.com.br/anatomia/esqueleto-humano/>

Utilizando-se ainda a figura humana como base explicativa, a Figura 2. 25 mostra um homem vestido como médico. Este caso permite que sejam atribuídas outras classificações ao referente *ser humano*. Por exemplo, representação-de-ser-humano,

representação-de-homem, representação-de-médico, representação-de-ser-humano-como-médico, ou ainda, representação-de-homem-como-médico.



Figura 2. 25: Representação de médico
Fonte: <http://medicinaubiap.blogspot.com/>

Portanto, de acordo com Goodman, a denotação é condicionada pelas classificações atribuídas à representação, ou seja, pelas etiquetas identificadas.

O modo de referenciação é a principal diferença entre denotação e exemplificação. Enquanto a primeira implica em relacionar etiquetas a objetos, a segunda relaciona-se ao referente com base em propriedades apresentadas pelo objeto.

2.3.2 Exemplificação

A exemplificação ocorre de modo inverso à denotação. Enquanto na denotação a relação entre representação pictórica e referência é unidirecional, na exemplificação essa relação é reflexiva, acontece em ambas as direções, ou seja, a amostra refere-se ao referente, assim como o referente refere-se à amostra.

Na exemplificação, os símbolos referem-se à determinada propriedade do referente, podendo ocorrer de maneira literal ou metafórica. A esses símbolos que exemplificam, Goodman chamou de amostras.

Exemplificação literal

Segundo o autor, uma imagem não exemplifica todas as características do referente. Por exemplo, o cérebro pode ser um exemplo de órgão humano, podendo ser incluído no *grupo dos órgãos humanos*. Entretanto, o cérebro possui outros atributos (predicados) que diferem dos demais elementos do *grupo*, como estar localizado na cabeça, possuir uma massa densa e cinzenta, propriedades estas que não cabem na exemplificação de *órgãos humanos*. Assim,

o predicado *órgão humano* denota o objeto (cérebro), ao mesmo tempo em que esse objeto refere-se ao predicado (órgão humano). Estas relações entre objeto e predicado condicionam a existência da exemplificação. De acordo com Goodman (2006, p. 80), “a exemplificação é posse mais referência”.

A exemplificação literal pode se dar por meio de um predicado, de um exemplo ou de ambos (Figura 2. 26). A elucidação dessa afirmação pode ser demonstrada ao mencionar a cor vermelha de um tumor cerebral em uma imagem obtida a partir de tratografia (a). Pode-se representá-la por um predicado, *vermelho* (b); ou utilizando um exemplo de algo que possua cor vermelha (c); ou ainda, demonstrando ambos, predicado e exemplo em uma só figura (d).

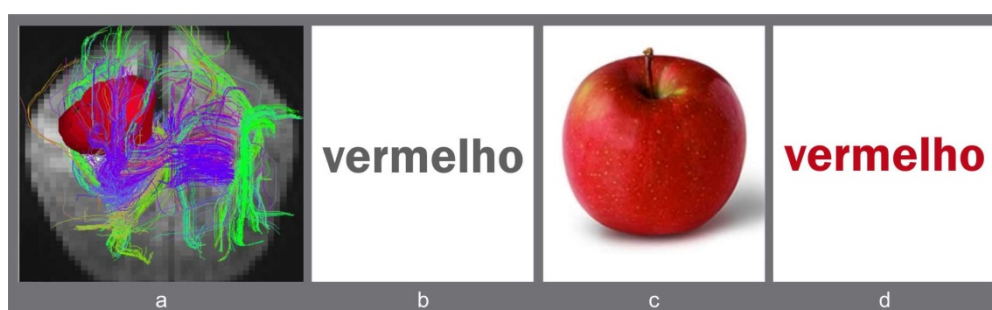


Figura 2. 26: Representação por predicado, exemplo e ambos
 Fonte: (a) <http://bit.ly/hPoqUv>; (c) <http://bit.ly/ahsnCm>; (b) e (d) elaboradas pela autora (2010)

Conforme a observação de Goodman, o predicado, isto é, a representação verbal (no caso demonstrado, a palavra *vermelho*), pode ser substituído por qualquer inscrição da mesma palavra. Ao passo que uma amostra de cor (caso da maçã vermelha e da palavra escrita em vermelho) pode ser trocada por qualquer outro objeto que possua a propriedade *vermelho*.

Metáforas

As metáforas são exemplificações não-literais que referem-se à informação indiretamente, como na Figura 2. 27. O exemplo faz a associação de uma informação comum (folhas), com um novo significado (pulmões).

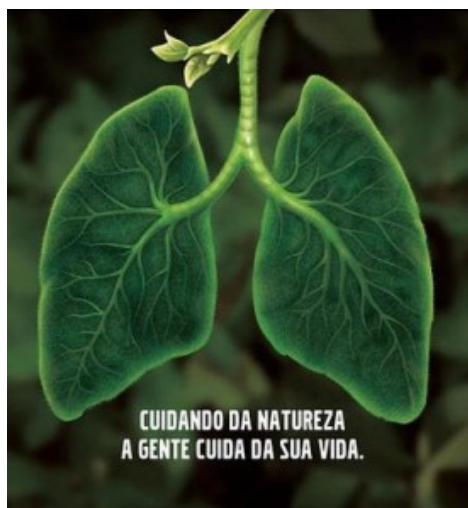


Figura 2. 27: Exemplo de metáfora
Fonte: <http://bit.ly/g9LDg4>

A metáfora ocorre quando uma etiqueta alcança um novo domínio (campo de referência). Sua significação é conhecida através da similaridade entre representação e referente, ou seja, da presença de um predicado comum a ambos. No caso da Figura 2. 27, a similaridade que remete aos pulmões está no formato das folhas com as nervuras (veias) e na bifurcação do caule (brônquios). Sabe-se, portanto, que a metáfora deve conservar alguma semelhança entre os valores das etiquetas no novo domínio e os vigentes no domínio original. Entretanto, para Goodman, a metáfora apresenta-se mais forte, quando em um novo domínio, resulta em uma nova organização. A Figura 2. 28 exemplifica tal afirmação. A imagem faz parte de uma campanha contra a violência aos repórteres, veiculada em alguns países. O predicado *repórter* é representado metaforicamente por uma caneta. Objeto esse que relaciona-se com a profissão em questão, mas que é um objeto banal, ao qual a campanha faz menção dizendo “alguns países tratam jornalistas como você trata uma caneta”. A tinta vermelha e a caneta quebrada fazem menção à violência.



Figura 2. 28: Exemplo de metáfora resultando uma nova organização
 Fonte: <http://www.ibelieveinadv.com/2010/10/>

Goodman considera que existem cinco gêneros metafóricos: eufemismo, personificação, sinédoque, antonomásia e hipérbole (Figura 2. 29). O eufemismo caracteriza-se por aplicar “etiquetas apropriadas a coisas inapropriadas” (GOODMAN, 2006, p. 106), como por exemplo, atribuir à cegonha a entrega dos bebês (a). Já a personificação transfere para coisas, etiquetas atribuídas originalmente a pessoas, como na *b*, onde o personagem Zé Gotinha é uma gota que possui braços, pernas e expressões faciais humanas. A sinédoque consiste na transferência de etiquetas de coisas ou classes para suas partes, ou seja, representa o todo por suas partes ou vice-versa. A figura *c* exemplifica o gênero com o pictograma que apresenta uma parte do telefone simbolizando o objeto como um todo. Enquanto na antonomásia, características ou informações facilmente relacionadas ao objeto são utilizadas para representá-lo, ou segundo Goodman (2006, p. 106), “as etiquetas são transferidas [...] de coisas para suas propriedades ou etiquetas”. Como na figura *d*, representando o músico Ozzy Osbourne pelo seu conhecido feito de morder morcegos durante um show. Por fim, a hipérbole configura-se pelo uso de etiquetas no sentido ascendente, representando-a de forma exagerada, conforme mostra a imagem do cachorro derretendo de calor (e).

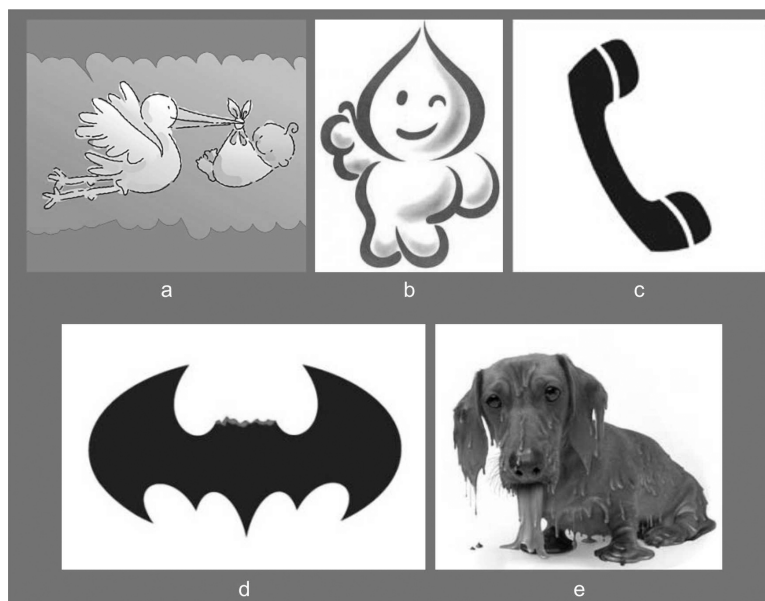


Figura 2. 29: Gêneros metafóricos

Fonte: (a) <http://bit.ly/cjkKg4>; (b) <http://ourobranco.wordpress.com/page/17/>; (c) <http://bit.ly/fesUsx>; (d) <http://bit.ly/ieuNYn>; (e) <http://bit.ly/hun3Xb>

2.3.3 Síntese da abordagem de Goodman

Goodman rejeita a ideia de que a representação consiste na cópia ou imitação do real. Para ele, representar consiste em utilizar símbolos que denotem o referente. Também considera que o modo como cada indivíduo enxerga o mundo e interpreta suas representações se dá através da referenciação, ou seja, da atribuição de valores e organização dos símbolos em sistemas de classificação. Essa classificação não é estabelecida pela configuração do arranjo pictórico, mas de acordo com as necessidades e interesses do observador.

A relação entre representação e referente acontece de dois modos básicos: por denotação e por exemplificação. Essas duas formas de referenciação são a base da Teoria dos Símbolos proposta por Goodman e, portanto, foram tomadas pela autora desta pesquisa como linhas de base para discorrer sobre o assunto.

A denotação pode simbolizar através da representação e da descrição (só a primeira interessa à pesquisa). Para que haja representação, na visão de Goodman, não é necessário que haja semelhança, tampouco o conhecimento prévio do objeto. Segundo o autor, à representação basta que o símbolo denote o referente, direta ou indiretamente.

Já a exemplificação pode simbolizar um referente de maneira literal ou metafórica, por meio de amostras. Ao contrário da denotação que possui uma relação unidirecional entre representação e referente, a exemplificação é reflexiva. Para que ocorra a exemplificação, basta que uma característica do referente seja mencionada ou demonstrada.

A exemplificação literal pode ocorrer pela menção de um predicado, de uma amostra ou de ambos. Já a metafórica, refere-se à informação indiretamente.

A partir do exposto sobre a Teoria dos Símbolos de Goodman, é possível identificar algumas concordâncias, porém diversas discordâncias em relação às teorias apresentadas por Arnheim (2005) e Gombrich (1986). Os pontos mais relevantes do conteúdo desenvolvido serão discutidos a seguir, a fim de relacionarem-se as contribuições sobre percepção e representação pictórica, obtidas a partir dos três autores pesquisados.

2.4 Considerações acerca das abordagens apresentadas

Cada uma das abordagens apresentadas neste capítulo, fundamenta-se em princípios de percepção e representação como condutores de informações visuais. No entanto, a maneira como a mensagem é conduzida e compreendida é discutida por cada autor sob perspectivas que divergem em alguns aspectos. Arnheim, em sua abordagem perceptualista, relaciona a representação e a percepção a aspectos fisiológicos e defende que os princípios da percepção determinam a compreensão de mensagens visuais. Para o autor, o ato de perceber significa interpretar. Ao contrário de Gombrich, que acredita que perceber e interpretar diferenciam-se. Ele destaca que tanto a representação, quanto a percepção e a interpretação sofrem influência do meio, do autor e do observador.

A representação, segundo Gombrich, pode ser descrita como o resultado das habilidades e *schematas* do produtor da composição pictórica somadas às possibilidades do meio. Gombrich afirma que esses fatores também influenciam a percepção e a interpretação, no entanto, o que as determina são as associações mentais que o observador faz, com base em suas *schematas* e nos indícios presentes na composição pictórica. Arnheim concorda com o autor quando diz a representação é determinada pelas escolhas (meio, instrumentos etc.) e conceitos visuais de seu autor. Já para Goodman, a percepção é particular a cada indivíduo e depende de seus sistemas simbólicos (construídos ao longo de sua vivência). Dessa maneira, o autor afirma que a representação se dá pelo modo como o autor desta vê o mundo, através das seleções, ênfases e convenções que utiliza. Para o autor, ao contrário de Arnheim (2005) e Gombrich (1986), representar não consiste na imitação do real, pois considera que a semelhança não é condição necessária à representação. Goodman acredita que nenhuma imagem, por mais detalhes que tenha, seja uma cópia da realidade. O autor coloca que a representação é uma questão de classificação e caracterização e não de imitação ou cópia e se, tal representação é tida como realista, isso

se dá por meio de convenções pessoais ou culturais, e não porque corresponda fielmente à realidade. Para Arnheim, a realidade só pode ser reproduzida de maneira fiel em um meio tridimensional. Em um meio bidimensional, ela só pode ser traduzida. O autor, assim como Gombrich, relaciona o realismo à riqueza de detalhes e à fidelidade de proporções da representação em relação à realidade.

Por sua influência gestaltista, Arnheim afirma que, além dos aspectos fisiológicos, a percepção também é influenciada pelas referências visuais (conceito visual) do observador, bem como pelo grau de simplicidade da configuração visual. O autor afirma que a percepção humana busca sempre a leitura mais simples de uma composição. As condições para que isso aconteça dependem dos elementos representados, bem como de sua organização. Para Arnheim, a percepção do conteúdo representado não se dá pela identificação dos elementos isoladamente, mas pelas relações existentes entre eles. Tanto Arnheim quanto Gombrich defendem que, para a identificação/interpretação do objeto representado, basta que suas características essenciais estejam presentes na representação. Gombrich afirma, ainda, que a interpretação da mensagem visual acontece por meio de projeções dirigidas, e estas, por sua vez, são influenciadas e adaptadas às expectativas do indivíduo. Tais expectativas favorecem a ilusão. Na visão de Goodman, para que o objeto representado seja reconhecido (referenciação), não é necessário que haja semelhança, tampouco o conhecimento prévio do objeto. Segundo o autor, basta que os elementos da composição pictórica (símbolos) denotem o objeto (referente), ou ainda, que apresentem propriedades comuns ao referente. Com um posicionamento que difere dos outros dois autores, Goodman considera que o modo como cada indivíduo enxerga o mundo e interpreta suas representações se dá através da referenciação, ou seja, da atribuição de valores e organização dos símbolos em sistemas de classificação. Essa classificação não é estabelecida pela configuração do arranjo pictórico, mas de acordo com as necessidades e interesses do observador.

De modo a proporcionar uma visão mais clara das três teorias discutidas, apresenta-se, a seguir, um quadro comparativo das abordagens dos autores mencionados (Quadro 2.1). Nas três colunas da direita são apresentadas as informações referentes a cada uma das abordagens, relacionadas aos aspectos indicados na coluna da esquerda. As linhas pontilhadas indicam relação de similaridade entre os apontamentos dos autores.

	Arnheim (2005)	Gombrich (1986)	Goodman (2006)
Tipo de abordagem	Perceptualista/ gestaltista	Construtivista	Construtivista/ relativista
Argumentação teórica	Fisiologia da percepção/ Princípio da simplicidade	Teoria da Ilusão	Teoria dos Símbolos
O que influencia a representação	Princípios perceptivos (fisiológicos) Referências visuais do autor da representação Decisões e objetivos do autor da representação	<i>Schematas</i> do autor Meio e instrumentos escolhidos pelo autor	Sistemas simbólicos Necessidades e interesses do autor
O que influencia a percepção	Princípios perceptivos (fisiológicos) Referências visuais do observador Organização formal Características essenciais do objeto representado	Condições de ilusão <i>Schematas</i> do observador Expectativas do observador	Sistemas simbólicos Necessidades e interesses individuais
Princípios representativos	Semelhança com o real Cópia ou tradução da realidade	Semelhança com o real Cópia da realidade	Nenhuma imagem pode ser uma cópia da realidade
Como especificam o realismo pictórico	Riqueza de detalhes Fidelidade de proporções da representação em relação à realidade	Riqueza de detalhes Fidelidade de proporções da representação em relação à realidade	Inexiste Condicionado a convenções pessoais e culturais

Quadro 2. 1: Quadro comparativo das abordagens
Fonte: a autora

A partir do Quadro 2. 1, percebe-se que apesar de Gombrich (1986) possuir bases construtivistas, assim como Goodman (2006), a abordagem do primeiro apresenta mais similaridades com a abordagem perceptualista de Arnheim (2005) do que com a do segundo.

Os três autores citam a influência do repertório mental dos indivíduos no ato de representar e perceber o que está representado. No entanto, enquanto Arnheim denomina tal repertório como referências visuais, Gombrich o chama de *schematas*. Já para Goodman, ele consiste em um sistema de símbolos e associações.

Arnheim afirma que os objetivos do autor da representação, bem como as decisões tomadas por ele, influenciam no resultado da obra. Gombrich também considera, além das habilidades do indivíduo, as escolhas do autor como influenciadoras da representação. Segundo Arnheim e Gombrich, as decisões referem-se ao meio e aos instrumentos utilizados. Enquanto para Goodman, as escolhas partem de necessidades e interesses do indivíduo. Acredita-se que necessidades e interesses são intrínsecos a qualquer escolha, seja ela acerca de materiais, ângulos ou estilo. Portanto, com base nesse posicionamento, pode-se afirmar que as três abordagens concordam que as decisões do autor da representação influenciam no resultado da obra.

Já na percepção, Gombrich afirma haver a influência das expectativas do observador. Para Goodman, a percepção, assim como a representação, é influenciada pelas necessidades e interesses do indivíduo. Considerando-se que as expectativas do observador são alimentadas por suas necessidades e interesses, entende-se que as abordagens dos dois autores assemelham-se também nesse aspecto (influência na percepção).

Os pontos mais divergentes entre Goodman e os outros dois autores tratam dos princípios representativos e do que consideram como realismo pictórico. Arnheim e Gombrich possuem posicionamentos concordantes. Afirmam que a representação consiste numa cópia da realidade e, por conseguinte, aquela é semelhante a esta. Portanto, para os autores, uma representação é tão mais realista quanto mais detalhes e fidelidade nas proporções em relação ao objeto real ela apresentar. Contrariamente, Goodman coloca que nenhuma imagem pode ser uma cópia da realidade e, por conta disso, o autor não considera a classificação de uma imagem como realista.

Do ponto de vista deste estudo, as três abordagens contribuem com a apresentação das influências sobre a representação e a percepção pictórica, suscitando questões a respeito da construção das imagens em RA, bem como sobre as possíveis variações perceptivas entre indivíduos diferentes. Na abordagem de Arnheim, considera-se que os pontos mais relevantes tratam da influência da organização formal, assim como das características essenciais do objeto na percepção pictórica. Já, na abordagem de Gombrich, pode-se dizer que as principais contribuições referem-se às condições de ilusão e à influência da expectativa do observador na percepção pictórica. Por fim, Goodman contribui essencialmente com a importância dos sistemas simbólicos e das necessidades e interesses individuais nos processos de representação e percepção.

2.5 Sumarização e perspectivas

Este capítulo discutiu de forma breve as abordagens de representação e percepção de autores relevantes da literatura - Arnheim, Gombrich e Goodman, visando-se reunir conhecimentos sobre o assunto e, assim, formar uma base teórica para auxiliar nos próximos passos da pesquisa. Destacaram-se os aspectos referentes às influências existentes nos processos de representação e percepção tratadas em cada uma das abordagens.

Os pontos ressaltados neste capítulo contribuíram para a seleção das variáveis do estudo analítico, principalmente no que se referem à definição do realismo pictórico. Também serviram de base para uma discussão acerca do resultados obtidos com a pesquisa, considerando-se sobretudo os fatores que influenciam a representação e a percepção pictórica.

Capítulo 3

Variáveis de representação

Após pesquisar e discutir a respeito de representação e percepção, considera-se necessário abordar as representações pictóricas na perspectiva do Design da Informação, a fim de se propor uma abordagem analítica da presente pesquisa.

Para Wong (1998), o Design (seja ele gráfico ou de informação) deve preocupar-se em transmitir a mensagem visual da melhor maneira possível. Porém, a linguagem visual, ao contrário das linguagens falada e escrita, não possui regras estabelecidas. Essa afirmação de Wong (1998) encontra bases no capítulo 2 desta pesquisa, em que foram expostas três abordagens com posicionamentos e princípios diferentes em relação à representação pictórica. Tais princípios, então, vão influenciar na maneira como a informação visual é recebida pelo observador.

Uma vez que *visualizar* significa *tornar visível*, pode-se afirmar que a visualização da informação consiste em tornar dados visíveis, ou ainda, compreensíveis. Para Spence (2007), a natureza dos dados é indiferente, seja ela científica, geográfica, econômica ou outra, a visualização tem a função de ajudar o usuário a entendê-los. A visualização da informação é uma atividade cognitiva e, ao contrário do que se pensa, não está ligada diretamente a computadores. Segundo Spence (2007), essa tarefa não depende da experiência visual, porque tanto o som quanto outras modalidades sensoriais podem representar dados.

A utilização de recursos gráficos como meio de compreensão da informação evoluiu com o avanço tecnológico computacional, possibilitando a representação em mídias com significativa melhora na renderização, interatividade em tempo real e baixo custo de aplicação. Segundo Card et al. (1999), essas mídias tornaram possível a junção de inúmeros dados em uma só figura. Com isso, criaram novos métodos e meios para amplificar o conhecimento. Diversas áreas, entre elas a medicina, vêm usufruindo o meio computacional e toda a tecnologia que possa ser agregada a ele. Procedimentos médicos têm sido aprimorados utilizando-se a visualização da informação através da imagem aliada à tecnologia da RA, conforme visto no capítulo 1 desta pesquisa. Considerando que essas

imagens informacionais constituem o objeto desse estudo, julga-se imprescindível abordar modelos analíticos que tratem de variáveis de representação.

Dessa maneira, este capítulo abordará o modelo analítico de Ashwin (1979), voltado à caracterização e diferenciação de estilos na ilustração contemporânea. Também tratará das variáveis gráficas de Bertin (1986), que se referem à linguagem gráfica de diagramas e mapas. Ainda, será abordado o modelo analítico de Goldsmith (1979), com foco na compreensão de ilustrações utilizadas como suporte textual, além das variáveis de Spinillo (2000) com propósito descritivo, voltado a sequências pictóricas procedurais (SPPs). Tais autores foram tomados como referência por tratarem de variáveis gráficas comuns às imagens médicas em RA utilizadas em procedimentos médicos invasivos.

3.1 As variáveis de estilo Ashwin (1979)

O modelo proposto por Ashwin visa à caracterização e diferenciação de estilos na ilustração contemporânea. Segundo o autor, as categorias estilísticas relacionadas a períodos ou movimentos artísticos não abarcam todas as características de uma ilustração, caracterizando-a apenas por alguns de seus aspectos. O modelo de Ashwin categoriza os estilos por suas propriedades sintático-semânticas.

De acordo com o autor uma ilustração pode ser interpretada de duas maneiras: considerando os aspectos denotativos, ou seja, os sinais gráficos que representam coisas reais, como pessoas, objetos, paisagens e efeitos como luz, sombra e reflexo; ou então, os aspectos conotativos, isto é, em termos psicológicos, estéticos, emocionais ou morais.



Ashwin ressalta que as representações pictóricas possuem propriedades sintáticas que são independentes dos aspectos semânticos citados acima. Essas características físicas da imagem funcionam como um contraponto ao conteúdo semântico, formando uma identidade gráfica que pode modificar, significativamente, o efeito da imagem sobre o observador.

Com base nos aspectos visuais sintáticos de representações pictóricas, Ashwin, desenvolveu seu modelo analítico com vistas à ilustração contemporânea, considerando a interação de sete variáveis. A cada variável, o autor atribuiu polos, que determinam o grau em que cada uma se apresenta na imagem, contribuindo então, para a caracterização estilística da figura.

As variáveis foram denominadas por Ashwin da seguinte maneira: consistência; gama; enquadramento; posicionamento; proximidade; cinética; naturalismo.

Consistência

A consistência de uma ilustração pode ser classificada, de acordo com o modelo em questão, em homogênea e heterogênea. Segundo o autor, a consistência é dita homogênea quando uma única técnica foi utilizada, ou ainda, quando a espessura, o peso, a força e a direção das linhas obedecem às possibilidades do meio utilizado. Ao contrário, quando a ilustração é construída com técnicas ou instrumentos diversos, tem-se uma série de sintaxes em uma mesma figura, ou seja, uma ilustração de consistência heterogênea. É possível visualizar os polos comentados no Quadro 3. 1.

Consistência	
Homogênea	Heterogênea
	

Quadro 3. 1: Exemplos de consistência. (esq.: ilustração de Adrian George; dir.: obra Glow, de Melissa Mailer-Yates)

Fonte: <http://bit.ly/fzIGxz>; <http://www.artforall.co.uk/wg-MMYGC12.htm>

Gama

Por gama da imagem, entende-se a área ocupada pelos efeitos utilizados. Segundo Ashwin, ela pode ser definida como contraída ou expandida. Quanto mais complexa for a representação, mais expandida tende a ser sua gama, uma vez que existem mais detalhes, com grande número de cores, direções e espessuras. No entanto, imagens mais estilizadas tendem a possuir uma gama contraída, com limitações no uso variado de direções, cores e espessuras. O Quadro 3. 2 possibilita a visualização e comparação dos polos relacionados à gama.



Quadro 3. 2: Exemplos de gama. (esq.: cartaz do filme Get Carter, de 1971; dir.: ilustração de Marcelo Lopes)

Fonte: <http://sirlordthomas.blogspot.com/2008/08/get-carter.html>; <http://bit.ly/gJsHcc>

Enquadramento

O enquadramento foi classificado por Ashwin como conjuntivo ou disjuntivo. O primeiro se expande até as bordas do suporte, dando a sensação de que o observador está vendo apenas uma parte da situação e que esta continua além dos limites da figura. A atenção nesse caso, é descentralizada. O segundo polo, diz respeito à disjunção entre o motivo e um ambiente, proporcionando ao observador que sua atenção seja focada na figura principal. O Quadro 3. 3 demonstra exemplos de enquadramento nos polos.



Quadro 3. 3: Exemplos de enquadramento. (esq.: ilustração de Julian Allen "Nixon in the Diner"; dir.: ilustração de Steve Brodner)

Fonte: <http://bit.ly/fEfJMp>; <http://www.anothervoice.org/brodner.htm>

Posicionamento



A quarta variável é o posicionamento que pode ser classificado como simétrico ou casual. Quando o ilustrador dispõe os elementos de maneira que se manifeste ordem, tem-se um arranjo simétrico. A ilustração é dita casual quando o posicionamento das partes sugere um arranjo fortuito. Exemplos desses dois casos podem ser vistos no Quadro 3. 4.

Posicionamento	
Simétrico	Casual
	

Quadro 3. 4: Exemplos de posicionamento. (esq.: ilustração de Zigg; dir.: ilustração de Clarissa França)
 Fonte: <http://bit.ly/g37XYg>; <http://bit.ly/dZGjuw>

Proximidade

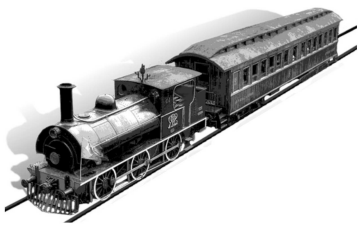
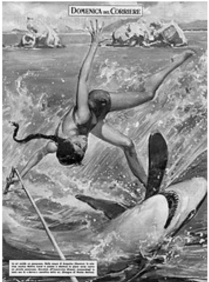
A variável denominada *proximidade* diz respeito à distância implícita entre o observador e o assunto. Estar longe ou perto é relativo, depende do tamanho do assunto em relação à área da ilustração. Segundo o autor, quanto maior a área ocupada pelo assunto, menor parecerá a distância entre este e o observador. Sendo assim, Ashwin estabeleceu os polos perto e distante para a proximidade. O Quadro 3. 5 apresenta exemplos das duas situações.

Proximidade	
Próximo	Distante
	

Quadro 3. 5: Exemplos de proximidade. (esq.: ilustração de Gabriel Moreno; dir.: ilustração de Sophie Blackall)
 Fonte: <http://www.pristina.org/tag/sketch/>; <http://bit.ly/dM2IEI>

Cinética



Ashwin classificou esta variável como estática ou dinâmica. A classificação dessa variável está relacionada ao contexto de tempo-espço. Quando uma representação gráfica sugere movimento, trata-se de uma imagem dinâmica. Quando não há indicação de movimento, diz-se que é estática, conforme exemplos no Quadro 3. 6.

Cinética	
Estática	Dinâmica
	

Quadro 3. 6: Exemplos de cinética (esq.: ilustração da publicação La Domenica del Corriere)
 Fonte: <http://bit.ly/hcdiiv>; <http://bit.ly/dRQMZh>

Naturalismo

Esta variável pode ser classificada como natural ou antinatural, de acordo com a concepção da relação física existente entre as coisas que se conhece como reais. Quando uma ilustração obedece às convenções do cenário real, ela é natural. Mas, se na imagem houver deformações ou relações espaciais de perspectivas desconhecidas, pode-se afirmar que se trata de uma ilustração antinatural. Os exemplos do Quadro 3. 7 demonstram os enunciados.

Naturalismo	
Natural	Anti-natural
	

Quadro 3. 7: Exemplos de naturalismo. (esq.: ilustração de Charles Addams; dir.: ilustração de Gilmar Fraga)
 Fonte: http://grafar.blogspot.com/2010_01_10_archive.html

Ashwin propõe uma matriz onde organiza as variáveis em polos, de acordo com a Quadro 3. 8.

Variável	Pólos	
Consistência	Homogêneo	Heterogêneo
Gama	Contraída	Expandida
Enquadramento	Disjuntivo	Conjuntivo
Localização	Simétrica	Casual
Proxêmica	Perto	Distante
Cinética	Estética	Dinâmica
Naturalismo	Naturalista	Não-naturalista

Quadro 3. 8: matriz de Ashwin (1979)
 Fonte: adaptado pela autora de Ashwin (1979)

A imagem é, então, analisada de acordo com os polos que apresenta, em relação a cada variável. Diferentemente de Ashwin, Bertin (1986) não atribui a suas variáveis o julgamento de valor, como se pode ver no tópico seguinte.

3.2 As variáveis gráficas de Bertin (1986)

O modelo de Bertin refere-se à linguagem gráfica de diagramas e mapas. Esta, por sua vez, consiste em um sistema de signos gráficos e, portanto, é composta pelo significado (conceito) e pelo significante (imagem gráfica) (ARCHELA, 1999). Bertin dedica seu modelo analítico às imagens monossêmicas, isto é, imagens que podem ser interpretadas de uma única maneira. Demais tipos de imagens são denominadas polissêmicas. As primeiras possibilitam mais de uma interpretação, enquanto as segundas podem ser interpretadas de infinitas maneiras, é o caso das figuras abstratas, por exemplo (BERTIN, 1986).

As variáveis de representação propostas por Bertin não servem para a análise de ilustrações (imagens polissêmicas), mas sim de representações gráficas (imagens monossêmicas) que compreendem diagramas, redes, mapas, além de ilustrações técnicas ou médicas, que apesar de serem ilustrações, possuem caráter monossêmico, pois devem ser interpretadas de uma única maneira.

Bertin criou seu modelo utilizando-se de propriedades visuais para demonstrar relações entre os elementos representativos. As relações entre os elementos foram nomeadas como similaridade/diversidade, ordem e proporcionalidade (significados). As propriedades visuais expressam os significados através do tamanho, valor, textura, cor, orientação e forma (significantes) (ARCHELA, 1999). As variáveis propostas por Bertin podem ser vistas na Figura 3. 1 dispostas em linhas, que indicam as propriedades visuais, e

colunas, onde estão indicadas as relações. As variáveis de representação consistem na combinação entre os elementos das colunas e linhas.

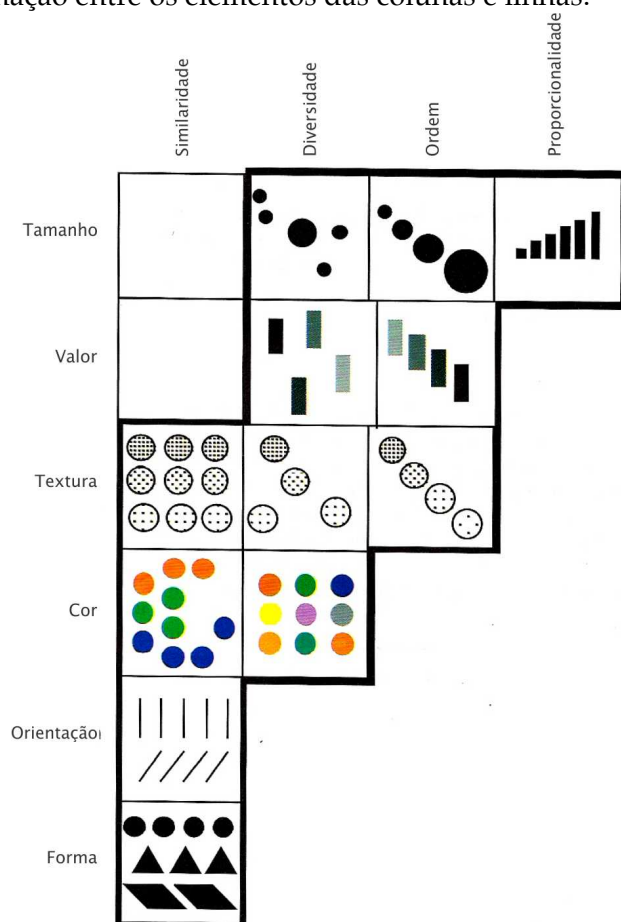


Figura 3. 1: Variáveis gráficas de Bertin (1986)
Fonte: Spence (2007), adaptado pela autora (2010).

Observando-se o modelo em questão, percebe-se que à propriedade *tamanho* podem ser atribuídas relações de diversidade, ordem e proporcionalidade. Esta, não se aplica a *valor*, tampouco à *similaridade*. À *textura* estão relacionadas a *similaridade*, a *diversidade* e a *ordem*, enquanto à *cor*, apenas as duas primeiras. Já, *orientação* e *forma* relacionam-se apenas por *similaridade*.

Certamente, nem todas as variáveis aqui expostas servirão diretamente para analisar as imagens médicas de RA, mas considerou-se relevante demonstrar todas as enunciadas por Bertin, a fim de contextualizá-las e facilitar o entendimento do modelo proposto.

Bertin destina seu modelo analítico apenas a imagens monossêmicas, contrariamente ao modelo de Goldsmith (1979), que será apresentado a seguir.

3.3 As variáveis de compreensibilidade de Goldsmith (1979)

Goldsmith sugere o desenvolvimento de um modelo analítico com foco em ilustrações, utilizadas como suporte textual na alfabetização de adultos. Nele, a autora relaciona níveis semióticos e fatores visuais, a fim de auxiliar os ilustradores na criação de figuras coerentes com os objetivos a que se prestam, assim como ao contexto no qual estão inseridas.

Em seu estudo, Goldsmith afirma que podem ser traçados paralelos entre o entendimento de textos e figuras, e com isso, apresenta duas propostas analíticas definidas como níveis semióticos e fatores visuais. Os níveis semióticos classificam-se como sintático, semântico e pragmático, enquanto os fatores visuais consistem em unidade, localização, ênfase (aspectos pictóricos) e paralelos textuais (aspecto textual). O modelo, então, baseia-se na interação entre os quatro fatores visuais identificados e os níveis semióticos, tal como mostra o Quadro 3. 9.

	Sintático	Semântico	Pragmático
Unidade	Unidade sintática	Unidade semântica	Unidade pragmática
Localização	Localização sintática	Localização semântica	Localização pragmática
Ênfase	Ênfase sintática	Ênfase semântica	Ênfase pragmática
Paralelos textuais	Paralelos textuais sintáticos	Paralelos textuais semânticos	Paralelos textuais pragmáticos

Quadro 3. 9: Modelo analítico de Goldsmith (1979)
Fonte: a autora (2010)

O nível sintático não pressupõe reconhecimento ou identificação da imagem, mas é uma resposta aos sinais gráficos como imagem ou conjunto de imagens discrimináveis. O nível semântico, ao contrário do primeiro, requer o reconhecimento dos elementos da imagem, pois consiste na resposta a esta, em termos do significado proposto. Já o pragmático, consiste na resposta ao significado proposto, envolvendo a interpretação do observador, influenciada por fatores psicológicos, culturais, emocionais, estéticos entre outros. Os três níveis são interdependentes e qualquer consideração no segundo ou terceiro nível, pressupõe a existência dos níveis anteriores.

O primeiro dos aspectos pictóricos enunciados por Goldsmith é a *unidade*, que refere-se a qualquer área da figura que possua uma identidade própria, mesmo que esta não seja conhecida. O grau de separação das partes poderá variar conforme a intenção da figura ou o interesse do observador. O segundo aspecto diz respeito à localização, ou seja, a

relação espacial entre as imagens, quando o arranjo é composto por mais de uma imagem. A ênfase, último aspecto pictórico pontuado por Goldsmith, refere-se à relação hierárquica das imagens, isto é, a maneira como estas são apresentadas, de acordo com sua importância no arranjo. Quanto ao aspecto textual, decidiu-se por não abordá-lo daqui em diante, uma vez que não diz respeito ao objeto de estudo desta pesquisa.

Relacionando-se os níveis sintático, semântico e pragmático com os aspectos pictóricos tem-se: unidade sintática; unidade semântica; unidade pragmática; localização sintática; localização semântica; localização pragmática; ênfase sintática; ênfase semântica; ênfase pragmática.

De acordo com Goldsmith, a unidade sintática consiste na tendência perceptiva do agrupamento, por proximidade ou similaridade e do fechamento dos vários sinais gráficos formadores de uma imagem. A unidade semântica, por sua vez, requer reconhecimento da imagem, por meio da clareza na representação das características distintivas de um objeto. Já, a unidade pragmática envolve familiaridade com a situação e depende de fatores como idade, cultura, interesses e outros para o entendimento do contexto.

A localização sintática, segundo Goldsmith, requer clareza da organização espacial dos elementos da figura, de modo que a percepção não dependa do reconhecimento ou da interpretação do observador. Ao contrário da localização semântica, que refere-se ao modo como o nível semântico interfere no reconhecimento da localização espacial. No nível pragmático, a localização diz respeito ao cuidado na localização e na justaposição não planejada dos elementos pictóricos que podem gerar uma interpretação diferente da desejada pelo autor da imagem.

A ênfase sintática descreve aspectos da organização pictórica que ajudam o observador a extrair informações relevantes. Está relacionada com atrair e direcionar a atenção. No nível semântico, a ênfase refere-se à direção da atenção do observador ao olhar a imagem. Por fim, a ênfase pragmática depende da experiência e dos interesses individuais do observador. A observação pode se dar seguindo o sentido habitual de leitura, por código de cores etc.

Goldsmith desenvolveu esse modelo analítico a fim de questionar a compreensibilidade da ilustração como suporte ao aprendizado de adultos, mas poderia, segundo ela, ser usado com outros propósitos, como por exemplo, ser integrado a outros modelos analíticos a fim de buscar uma abordagem mais ampla. Seguindo, então a recomendação de Goldsmith, será abordado um quarto modelo analítico, de Spinillo (2000).

3.4 As variáveis descritivas de Spinillo (2000)

O conjunto de variáveis proposto por Spinillo consiste em uma ferramenta descritiva para ajudar os designers na verificação e na tomada de decisões no desenvolvimento de sequências pictóricas procedimentais (SPPs). Embora as imagens médicas em RA tomadas como amostras não configurem-se como sequências, elas servem como auxiliar durante procedimentos médicos. Sendo assim, por diversas vezes transmitem ao médico informações reais e simultâneas às suas ações, servindo também como auxiliares procedimentais. As variáveis nomeadas por Spinillo aplicam-se, tanto ao conteúdo, quanto aos aspectos gráficos e referem-se à maneira como procedimentos podem ser representados. Além das variáveis, o modelo aborda os efeitos do leitor e do conteúdo. Os primeiros dizem respeito à necessidade de informação do sujeito, sua familiaridade e aceitabilidade em relação à representação gráfica. Já os segundos, estão ligados aos meios de apresentação, meios de reprodução, recursos e circunstâncias de uso. O modelo pode ser observado na Figura 3. 2.

Variáveis	
<i>Conteúdo</i>	Integralidade de conteúdo procedural
	Relevância do conteúdo não-procedural
<i>Representação gráfica</i>	Apresentação textual
	Disposição da sequência
	Orientadores de leitura
	Elementos de separação textual
	Elementos simbólicos
	Elementos enfáticos
	Estilo da imagem
	Representação
Efeitos	
<i>Leitor</i>	Necessidades informacionais
	Familiaridade
	Aceitabilidade
<i>Documento</i>	Meio de apresentação
	Meio de reprodução
	Recursos disponíveis
	Circunstâncias de uso

Figura 3. 2: Modelo analítico de Spinillo (2000)
Fonte: Spinillo (2000)

As variáveis de conteúdo avaliam se o conteúdo procedimental foi representado integralmente, além da relevância do conteúdo não-procedimental. Enquanto as variáveis de apresentação gráfica levam em consideração aspectos gerais e específicos, que referem-se a decisões a respeito do uso de imagens, textos e outros recursos gráficos. Spinillo refere-se a essas variáveis como: apresentação textual; disposição da sequência; orientadores de leitura; elementos de separação visual; elementos simbólicos e enfáticos; estilo da imagem; representação.

Em *efeitos do leitor*, Spinillo enumera variáveis que considera relevantes ao entendimento da mensagem pictórica pelo leitor. A primeira refere-se a como eles realizariam as etapas do procedimento: as suas necessidades informacionais, que também se relacionam às características culturais e pessoais do leitor. A segunda refere-se a quanto os leitores conhecem o assunto ou tarefa que estarão representados: a familiaridade. Já, a última refere-se aos efeitos no âmbito emocional que as características gráficas exercem sobre o leitor (aceitabilidade). Para que essa influência seja positiva, segundo Spinillo, a PPS precisa considerar os valores étnicos e culturais, bem como as preferências do leitor.

Os *efeitos do documento* referem-se à produção e à utilização da PPS. Spinillo apresenta quatro fatores a serem considerados: o meio utilizado para a apresentação; os meios de reprodução; os recursos disponíveis, como equipamento, tempo, orçamento etc. e, por fim, as circunstâncias de uso, ou seja, as condições, ambiente e/ou as situações nas quais a PPS será lida.

3.5 Contribuições para a elaboração de variáveis voltadas a imagens médicas de RA

Os modelos discutidos nesse tópico podem contribuir para a análise de imagens de RA utilizadas em procedimentos médicos, à medida que as variáveis apresentadas sejam adequadas ao objeto de estudo, ou ainda, demonstrando modos de estruturar o modelo analítico.

Tanto Ashwin (1979) quanto Bertin (1986) priorizam os aspectos sintáticos em seus modelos analíticos, sendo que o primeiro refere-se a representações pictóricas e o segundo a representações gráficas. Já Goldsmith (1979), enfatiza, além dos aspectos sintáticos, os semânticos e pragmáticos, relacionando-os com fatores visuais e textuais. Esta classificação, de acordo com os níveis semióticos (sintático, semântico, pragmático), assemelha-se à estrutura analítica proposta por Spinillo (2000). Embora esta não tenha utilizado a semiótica

como base para a nomenclatura, sua classificação das variáveis segue a mesma abordagem de Goldsmith (1979). As variáveis de conteúdo referem-se aos aspectos semânticos; enquanto que as variáveis de apresentação gráfica dizem respeito às características sintáticas; e os efeitos do leitor e do documento relacionam-se ao nível pragmático.

Quanto ao tipo de análise, pode-se dizer que o modelo de Ashwin (1979) visa à atribuição de valores às imagens com o propósito de caracterizá-las estilisticamente, enquanto o de Bertin (1986) objetiva classificar aspectos da linguagem gráfica utilizada em mapas e diagramas. O modelo de Goldsmith (1979) é voltado à análise de compreensibilidade de imagens vinculadas a textos. Já, as variáveis de Spinillo (2000) objetivam a descrição e a verificação do desenvolvimento de SPPs.

Em relação às variáveis apresentadas, muitas podem contribuir direta ou indiretamente com a construção de um modelo analítico para imagens médicas de RA. Considerando a proposta de Ashwin (1979), ressaltam-se as variáveis *gama*, no que se refere à cor, e *naturalismo*. Bertin (1986) também menciona a cor em seu modelo, mas a relaciona à similaridade e diversidade, o que remete a *contraste*. A contribuição mais importante do modelo de Goldsmith (1979) para esta pesquisa, refere-se à classificação dos níveis analíticos (sintático, semântico e pragmático) e os fatores visuais, descartando-se os fatores textuais que não dizem respeito ao objeto de análise, uma vez que as imagens em questão não possuem função de suporte textual. Como contribuições de Spinillo (2000) consideram-se as variáveis: elementos simbólicos; elementos enfáticos; familiaridade; aceitabilidade; circunstâncias de uso; necessidade de informação. O Quadro 3. 10, a seguir, apresenta uma síntese das proposições de cada autor, bem como demonstra relações de similaridade entre elas. Tais semelhanças foram destacadas no quadro pelo uso de cores.

	Ashwin (1979)	Bertin (1986)	Goldsmith (1984)	Spinillo (2000)
Aspectos abordados	Sintáticos Semânticos	Sintáticos	Sintáticos Semânticos Pragmáticos	Sintáticos Semânticos Pragmáticos
Escopo das variáveis de análise	Caracterizar ilustrações estilisticamente através da atribuição de valores	Classificar aspectos de representações gráficas (diagramas, redes, mapas, ilustrações técnicas ou médicas)	Avaliar a compreensibilidade de ilustrações ou fotografias atreladas a textos	Descrever e verificar o desenvolvimento de ilustrações de seqüências procedurais (SPPs)
Variáveis apresentadas	Cinética; Consistência; Enquadramento; Gama; Naturalismo; Posicionamento; Proximidade	Relações entre os elementos: similaridade/ diversidade; ordem; proporcionalidade Propriedades visuais: tamanho; valor; textura; cor; orientação; forma	Níveis analíticos: sintático; semântico; pragmático Fatores visuais e textual: unidade; localização; ênfase; paralelo textual	Conteúdo: integralidade do conteúdo; relevância do conteúdo Representação gráfica: apresentação textual; arranjo; guias de leitura; sinais de separação textual; elem. simbólicos; elem. enfáticos; estilo da imagem; representação
Aspectos mais significativos à elaboração das variáveis voltadas a imagens médicas em RA	Variáveis 'gama' (no que se refere à cor) e 'naturalismo'	Variáveis similaridade e diversidade	Classificação dos níveis analíticos e fatores visuais	Variáveis 'elementos simbólicos', 'elementos enfáticos', 'familiaridade', 'aceitabilidade', 'circunstâncias de uso', 'necessidade de informação'

Quadro 3. 10: Síntese das abordagens de Ashwin (1979), Bertin (1986), Goldsmith (1979) e Spinillo (2000)

Fonte: a autora

A partir da comparação entre as abordagens dos quatro autores apresentadas no Quadro 3. 10, percebem-se semelhanças e diferenças. Todos os autores consideram os aspectos sintáticos em suas variáveis, no entanto, apenas Ashwin (1979), Goldsmith (1979) e Spinillo (2000) abordam os semânticos. Estas duas, consideram, ainda, o aspecto pragmático.

Comparando-se o escopo das variáveis, pode-se dizer que apenas as variáveis de Bertin (1986) não são destinadas a representações pictóricas, a não ser que estas sejam imagens monossêmicas. No entanto, ainda que os demais autores tenham ilustrações como objeto de análise, os objetivos desta variam. Sendo assim, apesar de serem relacionadas a ilustrações, as variáveis dos autores pontuados não são coincidentes. Consequentemente, as

contribuições de cada autor para a elaboração de variáveis voltadas a imagens médicas de RA, são diversas e únicas.

Com base nos aspectos pontuados nas discussões realizadas neste e no segundo capítulo, foram propostas variáveis que compreendem características de imagens médicas de RA, de modo a possibilitarem respostas ao problema desta pesquisa e o cumprimento de seu objetivo. A descrição dessas variáveis pode ser acompanhada a seguir.

3.5.1 Elaboração de variáveis voltadas a imagens médicas em RA

As variáveis propostas visam à análise de imagens de RA utilizadas em procedimentos médicos, sendo tomadas como bases as abordagens de representação e percepção pictórica discutidas no capítulo 2, bem como os modelos analíticos expostos neste capítulo.

As imagens médicas em RA constituem um sistema, do qual fazem parte computadores, profissionais da área médica, dispositivos de projeção e visualização. Tal sistema demanda um ambiente adequado para a sua aplicação. Esta, pode acontecer através de tecnologias e dispositivos diversos. Portanto, considera-se coerente abordar tanto as especificações técnicas do sistema a que pertencem as imagens, quanto os três níveis semióticos enunciados por Goldsmith (1979): aspectos sintáticos, semânticos e pragmáticos. Contudo, as variáveis têm relação apenas com especificações técnicas, além de propriedades sintáticas e semânticas. O aspecto pragmático foi abordado de maneira diferente e complementar a essa etapa, uma vez que não é possível analisá-lo por parâmetros tão objetivos quanto se pode fazê-lo com os demais níveis citados.

Devido à diversidade visual de imagens de RA, as variáveis propostas devem compreender aspectos de caráter geral do ponto de vista da representação gráfica. Dessa maneira, foram elaboradas variáveis ligadas a características semânticas e de uso, bem como técnicas, além de sintáticas. Às primeiras atribuiu-se o título de **especificações da imagem**, compreendendo as seguintes informações: denotação, especialidade médica e circunstância de uso.

Por **denotação**, entende-se a descrição do que a imagem em questão representa. A especialidade médica indica à qual segmento da medicina a imagem serve. Já a **circunstância de uso** informa em que tipo de procedimento a imagem é utilizada e qual é seu objetivo específico.

Em referência às tecnologias utilizadas chamou-se **especificações técnicas**, envolvendo informações sobre **modo de visualização** e **equipamentos e tecnologias utilizadas**. O **modo de visualização** descreve como se dá a visualização da figura

analisada, se através de *see-through* HMDs ou com o auxílio de *handheld*, em um monitor etc. No item **equipamentos e tecnologias utilizadas** foram citados equipamentos e técnicas relacionadas à criação da imagem, bem como às tecnologias envolvidas no funcionamento do sistema de RA no qual a imagem em questão é utilizada.

As variáveis sintáticas, por sua vez, foram denominadas **variáveis de representação**, compreendendo: cor, modo de representação, representação dimensional, projeção, elementos simbólicos e elementos enfáticos. Por se tratar de um estudo exploratório, definiu-se uma análise com fins descritivos, como a de Spinillo (2000), relacionando-se as variáveis com suas descrições, conforme o Quadro 3. 11.

Variáveis de representação	Descrição
Cor	Monocromático / policromático
Modo de representação	Realista / verbal-numérico / esquemático
Representação dimensional	2D / 3D
Projeção	Plana / Ascendente / Descendente
Elementos simbólicos	Setas, linhas, pontos etc.
Elementos enfáticos	Cor, tamanho, forma etc.

Quadro 3. 11: Variáveis para análise de imagens em RA utilizadas em cirurgias médicas
Fonte: a autora

Cada uma das variáveis de representação pode ser descrita de diversas maneiras, conforme os tópicos seguintes.

Cor

A cor é um importante fator de diferenciação, classificação e até mesmo de codificação. Arnheim (2005) menciona a cor como um dos elementos de diferenciação das formas em uma mensagem visual. Também Bertin (1986) adota a cor como uma de suas variáveis de análise, a relacionando à similaridade/diversidade. Sabe-se que, além de diferenciar, a cor pode ser um elemento de classificação, como na Tabela Periódica, onde os elementos de mesma natureza são identificados pelas mesmas cores. Também em infográficos e diagramas, a cor age como classificadora. A Figura 3. 3 mostra um exemplo de infográfico

sobre a população de peixes no oceano, em que a classificação da informação se dá por meio de cores.

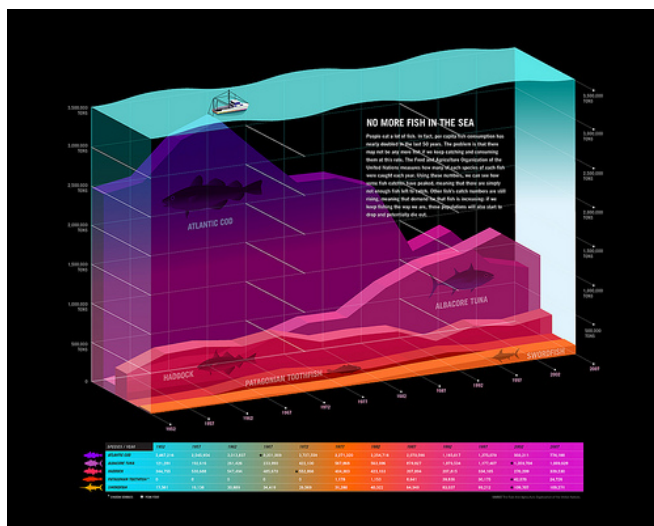


Figura 3. 3: Exemplo de classificação da informação por cores
Fonte: <http://www.maisnet.net/2010/07/os-melhores-infograficos-de-sempre/>

A cor pode ser aplicada, ainda, como um fator codificador, como acontece em mapas e em imagens médicas (ANTONIO, 2010). A Figura 3. 4 apresenta uma imagem de tomografia computadorizada do cérebro. Nela, cada cor representa um nível de atividade cerebral. De acordo com Sayeg (2011), níveis mais baixos de atividade, por exemplo, são indicados pelas cores azul, violeta e preto, enquanto níveis mais altos recebem as cores vermelha, amarelo e verde.

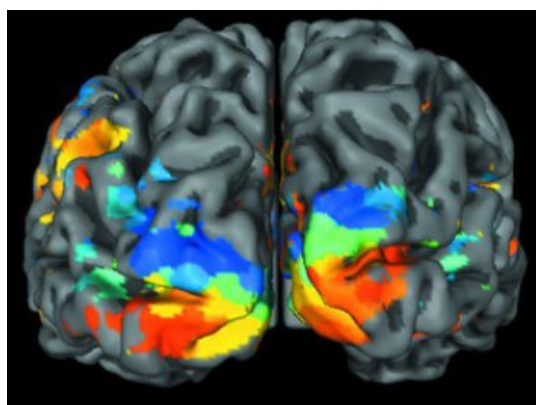


Figura 3. 4: Cores codificam atividade cerebral em imagem de tomografia computadorizada
Fonte: <http://montesdecomunicacao.blogspot.com/2009/01/neuromarketing.html>

A variação de cores, todavia, não é uma constante nas imagens médicas de RA, o que leva a crer que nem sempre a diferenciação, a codificação ou a classificação dos

elementos constituintes desse tipo de representação são feitas por meio de cores. Portanto, considerando-se também imagens sem diversidade cromática, nas variáveis de análise propostas, a **cor** pode ser descrita como monocromática ou policromática. A primeira referindo-se a imagens que possuem apenas um matiz e a segunda, a imagens com matizes diversos.

Modo de representação

A segunda variável, **modo de representação**, pode ser descrita como realista, verbal-numérico ou esquemático.

Dizer que uma imagem é realista, pode significar características diferentes entre autores diversos, como é possível perceber no capítulo três desta pesquisa. Enquanto para Goodman (2006) ela é apenas uma convenção, para Arnheim (2005), assim como para Gombrich (1986), uma imagem descrita como realista possui riqueza de detalhes e corretas proporções, texturas e volumes em relação à realidade a que se refere, isto é, o aspecto visual da representação é uma cópia do aspecto visual de seu referente. Para Ashwin (1979) uma ilustração também pode afastar-se ou aproximar-se das condições reais, entretanto, a essa situação o autor chama de Naturalismo, ao invés de Realismo. De modo a tornar o entendimento mais rápido e intuitivo, decidiu-se por utilizar o termo *realista* no quadro analítico, pois este refere-se mais diretamente à qualidade de estar próximo da realidade. Dessa maneira, a qualidade realista no quadro analítico, refere-se à semelhança da imagem representada com o seu correspondente real.

O modo de representação verbal-numérico diz respeito a uma composição com letras e/ou números, ou seja, os elementos representacionais não são figurativos, compreendendo apenas letras e/ou números. O modo esquemático, por sua vez, refere-se a imagens com pouco detalhamento que apresentam apenas os elementos distintivos relevantes ao seu entendimento. Em alguns casos, consiste em uma representação com as características mínimas do referente, de modo que esse possa ser reconhecido, muito embora não possua riqueza de detalhes, acrescida geralmente de setas, linhas ou outros sinais. Ainda, esse tipo de representação se dá somente por formas geométricas, setas, linhas ou sinais, configurando-se mais como um diagrama do que como uma representação essencialmente pictórica. Esse tipo de imagem é chamada por Arnheim (2005) de diagramática.

Representação dimensional e projeção

A **representação dimensional** pode ser descrita como 2D ou 3D. O primeiro caso representa as dimensões altura e comprimento somente. Já o segundo, além dessas duas dimensões, representa a profundidade, seja pelo uso de perspectiva, sombras ou gradientes (ARNHEIM, 2005).

A variável **projeção** pode ser ascendente, descendente ou plana. Adotou-se o termo ascendente para indicar uma projeção que faça parecer que a imagem está partindo do corpo do paciente para fora. A projeção descendente, ao contrário, ilude o observador a perceber a imagem adentrando o corpo do paciente, ou mesmo, como se existisse uma cavidade nele. Entretanto, algumas imagens não dão a ideia de projeção, sendo esta considerada plana nesses casos.

Elementos simbólicos e elementos enfáticos

A penúltima variável, **elementos simbólicos**, compreende setas, linhas, pontos, entre outros símbolos, que funcionam como direcionadores, delimitadores ou mesmo localizadores de áreas específicas de uma imagem (SPINILLO, 2000).

Já, os **elementos enfáticos** referem-se a propriedades capazes de dar ênfase aos elementos de uma imagem, ao mesmo tempo em que os diferencia uns dos outros.

Ashwin (1979) cita a gama como um critério de atribuição de valor e, entre os elementos determinantes de gama expandida ou contraída, está a cor. A limitação de cores em uma gama contraída favorece o contraste, dando mais ênfase às cores do que numa gama expandida. Com base nisso, e também em Arnheim (2005) e Bertin (1986) que colocam a diferenciação cromática como um elemento de diferenciação, elegeu-se a cor como um dos descritivos enfáticos. Além deste, com base no exposto nas teorias de Arnheim (2005), Gombrich (1986), bem como no modelo analítico de Bertin (1986), os elementos forma, tamanho e textura, também foram elencados como descritivos de ênfase. Outros aspectos, além dos citados, podem ser utilizados para descrever elementos enfáticos, de acordo com a imagem a ser analisada.

Considerando-se, então, a possibilidade de, durante a análise dos aspectos sintáticos, surgirem descritivos não previstos aqui, ou ainda se houver necessidade de esclarecer ou comentar alguma particularidade da imagem analisada, julgou-se necessário reservar um espaço para comentários ou esclarecimentos. O Quadro 3. 12 mostra o quadro proposto para a análise de imagens médicas de RA. A parte superior do quadro compreende as informações referentes aos aspectos de uso da imagem, ou seja: o que ela

denota; a especialidade médica; a circunstância a que se destina. Em seguida estão dispostos os campos relativos às especificações técnicas. Tais especificações são dispostas verticalmente na coluna da esquerda, enquanto na coluna da direita reservou-se um espaço para descrever cada uma das variáveis pontuadas. A parte inferior da matriz destina-se à análise sintática, configurando-se em três colunas. A primeira é preenchida pelas variáveis de representação, já a segunda destina-se à descrição de cada uma das variáveis, enquanto a terceira reserva-se a comentários e esclarecimentos relacionados a cada variável/descrição.

Especificações da imagem	Descrição	
Denotação		
Especialidade médica		
Circunstância de uso		
Especificações técnicas		
Modo de visualização		
Equipamentos e tecnologias utilizadas		
Variáveis de representação	Descrição	Comentários / esclarecimentos
Cor		
Modo de representação		
Representação dimensional		
Projeção		
Elementos simbólicos		
Elementos enfáticos		

Quadro 3. 12: Quadro de variáveis para análise de imagens médicas de RA
Fonte: a autora

Acredita-se que com esse conjunto de variáveis seja possível obter uma visão geral dos aspectos sintáticos, semânticos e técnicos de imagens médicas em RA utilizadas em procedimentos médicos. O método de análise será descrito no capítulo seguinte, bem como de que maneira serão realizadas as abordagens dos demais aspectos semânticos e dos pragmáticos.

3.6 Sumarização e perspectivas

Este capítulo apresentou, de maneira breve, as variáveis analíticas de Ashwin (1979), Bertin (1986), Goldsmith (1979) e Spinillo (2000). Tendo em vista a adequação das propostas desses autores com o tema desse estudo, as mesmas foram tomadas como base para a elaboração de variáveis de análise voltadas a imagens médicas de RA.

Na elaboração do quadro analítico foram consideradas, além das características gráficas das imagens médicas de RA, seus aspectos de uso. Acredita-se que, a partir das variáveis determinadas, seja possível conhecer pontos comuns da amostra, identificando características gerais e, até mesmo, tendências.

A maneira como será realizada a análise será descrita no capítulo seguinte que abordará os procedimentos metodológicos de pesquisa.

Capítulo 4

Procedimentos metodológicos

Neste capítulo serão apresentados os procedimentos metodológicos referentes a esta pesquisa, cujo propósito é aumentar os conhecimentos sobre aspectos sintáticos, semânticos e pragmáticos de imagens de RA utilizadas em procedimentos médicos.

De acordo com Cervo e Bervian (2002), o método, nas ciências, consiste em um conjunto de processos utilizados na investigação e na demonstração de uma realidade. Portanto, pretende-se responder aos problemas de pesquisa fazendo uso de métodos não-empíricos. Assim, a seguir, serão apresentados e detalhados os procedimentos utilizados na **etapa 1**, que consiste em um estudo analítico; na **etapa 2**, em que será realizado um estudo analítico por júri; na **etapa 3**, que configura-se em entrevistas.

4.1 Caracterização da pesquisa

Do ponto de vista de sua natureza, a presente pesquisa caracteriza-se como **básica** (SILVA e MENEZES, 2001), pois busca-se através dela gerar novos conhecimentos relacionados a imagens médicas de RA, sem previsão de aplicação prática.

Considerando-se a abordagem do problema, esse estudo classifica-se como **qualitativo**, uma vez que há uma relação dinâmica entre a realidade e o sujeito (SILVA e MENEZES, 2001), ou seja, entre imagens em RA e sua utilização na medicina, como fonte de informação. A pesquisa qualitativa, segundo Silva e Menezes (2001), envolve interpretação e atribuição de significados aos resultados encontrados, sem fazer uso de métodos e técnicas estatísticas.

Levando-se em conta os objetivos da pesquisa, esta se qualifica como **exploratória** (GIL, 1999), pois visa proporcionar maior familiaridade sobre as imagens médicas em RA, na perspectiva do design da informação. Pelo seu caráter exploratório, é comum o uso de técnicas como levantamento bibliográfico e documental, entrevistas não padronizadas e estudos de caso. Em contrapartida, amostragem e técnicas quantitativas de coleta de dados são pouco aplicados em pesquisas exploratórias (GIL, 1999). A presente pesquisa não

possui premissas a serem validadas, mas espera-se que a obtenção de conclusões, mesmo que imprecisas, atendam aos objetivos propostos inicialmente.

4.2 Visão geral dos procedimentos metodológicos

Neste item são descritas as três etapas que compuseram a pesquisa em questão. Cada uma delas está relacionada a um ou mais objetivos específicos (apresentados no início do trabalho), conforme descrito a seguir.

Etapa 1 | consistiu em um estudo analítico com vistas à identificação de técnicas e tecnologias utilizadas, bem como de características funcionais e gráficas de imagens em RA, utilizadas em procedimentos médicos (objetivo específico 1). A análise foi realizada pela autora do projeto, através de observação sistemática da amostra, com base em diretrizes definidas no capítulo 3.

Etapa 2 | da mesma forma que a etapa anterior, esta compreendeu um estudo analítico com vistas à identificação de características gráficas de imagens em RA utilizadas em procedimentos médicos. Entretanto, esse estudo foi realizado por júri, isto é, por especialistas em Design da Informação, através de observação sistemática da amostra, com base nas diretrizes definidas no capítulo 3.

Etapa 3 | consistiu em conhecer a receptividade do público-alvo (médicos) em relação à utilização de imagens médicas em RA (objetivo específico 2) e relatar contribuições de imagens em RA, assim como as perspectivas a respeito destas para a área médica (objetivo específico 3).

A fim de obter tais informações, foram realizadas entrevistas semiestruturadas com três profissionais da área médica, sendo um cirurgião que faz uso da RA em procedimentos médicos e outros dois médicos que ainda não fazem uso de tal tecnologia. A elaboração do roteiro das entrevistas teve como base os resultados obtidos nas etapas 1 e 2 e na literatura pesquisada no capítulo 2.

Os dados resultantes de cada etapa foram analisados através de estratégias que melhor se relacionam ao tipo de pesquisa empregado. Segundo Silva e Menezes (2001), a análise contribui para o alcance dos objetivos da pesquisa, e também possibilita a comparação e o confronto dos dados. As estratégias de análise, assim como a relação das etapas de pesquisa e objetivos específicos são demonstradas no Quadro 4. 1, a seguir. As colunas referem-se às etapas de 1 a 3, bem como aos capítulos em que são descritas. Cada

coluna, então, relaciona-se horizontalmente com os objetivos, o tipo de pesquisa, às técnicas utilizadas e aos detalhes destas, como o perfil e a quantidade de participantes selecionados.

	ETAPA 1 [Capítulo 5]	ETAPA 2 [Capítulo 5]	ETAPA 3 [Capítulo 6]
Objetivo geral	Identificar aspectos sintáticos, semânticos e pragmáticos de imagens em RA utilizadas em procedimentos médicos.		
Objetivos específicos	[1] identificar características gráficas presentes em imagens em RA utilizadas em procedimentos médicos		[2] conhecer a receptividade do público-alvo (médicos) em relação à utilização de imagens médicas em RA [3] relatar contribuições de imagens em RA para a área médica
Tipo de pesquisa	analítica; documental		de campo
Técnicas	observação direta sistemática		entrevista semi-estruturada
> Perfil dos selecionados	autora da pesquisa	especialistas em design da informação da UFPR	médico que utiliza a RA em seus procedimentos e dois médicos que não utilizam essa tecnologia
> Quantidade	-	3 especialistas	3 respondentes

Quadro 4. 1: relação das etapas e capítulos com objetivos, tipo de pesquisa e técnicas utilizadas
Fonte: a autora

A partir do exposto obteve-se uma visão geral dos procedimentos metodológicos, dividindo-os em três etapas, relacionando cada uma a um capítulo específico, de acordo com os objetivos específicos da pesquisa. O detalhamento das etapas, seus procedimentos técnicos e estratégias de análise dos dados serão descritos no tópico seguinte.

4.2.1 Etapa 1 – Estudo analítico

Considerando-se que o estudo analítico permite a observação sistemática sobre um fato ou fenômeno específico (MARCONI e LAKATOS, 1999), pretende-se com ele, identificar os aspectos de uso, técnicos, sintáticos e semânticos presentes em imagens em RA, destinadas a procedimentos médicos.

As providências para a realização do estudo analítico iniciam-se com a seleção da amostra (Apêndice A). Então, a cada elemento desta, é aplicado o instrumento de análise para a coleta de dados e organização das informações, seguido da análise dos resultados.

Por fim, após a análise dos resultados obtidos, serão apresentadas as conclusões do estudo, bem como será realizada uma discussão relacionando as informações obtidas a partir da amostra com as teorias de representação e percepção pictórica. O detalhamento dos procedimentos, bem como os resultados, serão descritos no capítulo 5.

Técnica

O estudo analítico foi realizado por meio de observação sistemática. Esta técnica, segundo Oliveira (2007), pressupõe um conhecimento (ou reconhecimento) do objeto de pesquisa para que seja feito um planejamento prévio da coleta de dados, observando-se, então, que dados podem ser pesquisados em relação aos objetivos preestabelecidos.

Dessa forma, foi feita a captação de imagens médicas de RA e observados os aspectos a serem analisados. Então, foi desenvolvido um quadro com as variáveis de representação pictórica, conforme demonstrado no capítulo 3.

Amostra

A amostra para esse estudo é constituída de vinte e duas ($n=22$) imagens de RA destinadas a procedimentos médicos. Tais imagens foram obtidas na internet e selecionadas levando-se em conta que tivessem boa resolução para análise e impressão e que apresentassem, sobretudo, diversidade de características gráficas. A amostra, então, foi analisada de acordo com o instrumento de análise apresentado a seguir.

Instrumento de análise

O instrumento de análise foi desenvolvido com base na fundamentação teórica relacionada aos modelos analíticos de variáveis gráficas (*Capítulo 3*) e às teorias de representação e percepção pictórica (*Capítulo 2*). Também foram levadas em conta características comuns apresentadas por imagens médicas de RA.

Com o intuito de ser um instrumento descritivo, o quadro analítico não permite a atribuição de valores, mas sim, a descrição dos aspectos semânticos e de uso (especificações da imagem) e técnicos (especificações técnicas), além de prever características a serem relacionadas às variáveis de representação apresentadas, conforme Quadro 3. 11.

A Figura 4. 1 mostra o protocolo do estudo analítico. Nos campos superiores, constam a data de realização da análise e o nome do observador (quem realizou a análise).

Em seguida são apresentados a imagem e seu número identificador. Logo após a imagem, encontra-se o quadro analítico para preenchimento.

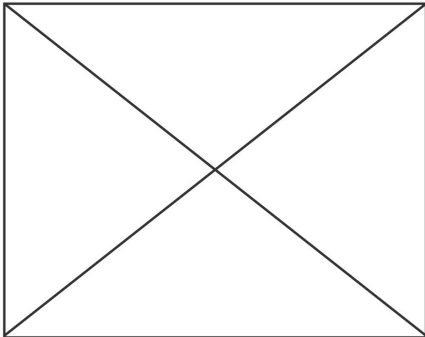
ESTUDO ANALÍTICO - etapa 1		
Data: / /		
Observador: _____		
Imagem nº _____		
		
Especificações da imagem	Descrição	
Denotação		
Especialidade médica		
Circunstância de uso		
Especificações técnicas		
Modo de visualização		
Equipamentos e tecnologias utilizadas		
Variáveis de representação	Descrição	Comentários/esclarecimentos
Cor		
Modo de representação		
Representação dimensional		
Projeção		
Elementos simbólicos		
Elementos enfáticos		

Figura 4. 1: Protocolo do estudo analítico
Fonte: a autora


Para melhor esclarecer como se deu o preenchimento do quadro de análise, segue um exemplo (Figura 4. 2). A imagem em questão (nº 17) destina-se à cirurgia de retirada de

um tumor cerebral, conforme consta em sua “circunstância de uso” (especificações da imagem). O espaço sinalizado com um traço na coluna “descrição” significa que tal variável não ocorre na imagem analisada. Já os campos não preenchidos da coluna “comentários/esclarecimentos”, querem dizer que não há comentários a serem feitos a respeito das variáveis correspondentes.

ESTUDO ANALÍTICO - etapa 1

Data: 09/02/ 2011
Observador: Fernanda Pozza da Costa

Imagem nº 17



Especificações da imagem	Descrição	
Denotação	Parte do cérebro e tumor	
Especialidade médica	Neurologia	
Circunstância de uso	Cirurgia de retirada de tumor no cérebro	
Especificações técnicas		
Modo de visualização	Indireta, vista em um monitor	
Equipamentos e tecnologias utilizadas	Imagem construída a partir de exame de RM; rastreamento do instrumento cirúrgico; imagem em tempo real do paciente é combinada com as imagens sintéticas; movimento e localização do instrumento são sinalizadas nas imagens exibidas pelo monitor.	
Variáveis de representação	Descrição	Comentários/esclarecimentos
Cor	Policromática	
Modo de representação	Realista	
Representação dimensional	3D	
Projeção	Plana	
Elementos simbólicos	..	
Elementos enfáticos	Cor	

Figura 4. 2: Exemplo de análise utilizando as variáveis propostas
Fonte: a autora

Percebe-se, portanto, que a partir do exemplo demonstrado, obtém-se uma visão geral das características de uso, semânticas, técnicas e sintáticas da imagem analisada. A organização dos dados em um quadro, conforme apresentado, facilita a comparação e a análise dos resultados. A estratégia de análise dos dados obtidos será descrita a seguir.

Análise dos resultados

Com o intuito de obter informações a respeito de características de uso, semânticas, técnicas e gráficas presentes nas imagens, realizou-se uma análise qualitativa dos resultados, por meio da observação e descrição da situação encontrada a partir da amostra.

Por se tratar de um estudo exploratório, dados numéricos também foram mencionados, a fim de se identificar se há uma tendência comum às imagens constituintes da amostra. Devido a isto, foram comparados os resultados e registrada a frequência de incidência das características citadas. Os resultados visaram também, verificar a validade das variáveis estabelecidas no quadro analítico.

4.2.2 Etapa 2 – Estudo analítico por júri

Esta segunda etapa do estudo analítico foi realizada por três especialistas em Design da Informação, tomando-se parte da amostra e as variáveis gráficas especificadas no instrumento de análise, no tópico anterior. Entretanto, o estudo analítico nesta etapa, teve caráter descritivo-avaliativo, permitindo a atribuição de valores às descrições. As modificações no instrumento de análise, bem como, informações sobre a técnica, a amostra e a estratégia de análise são descritas a seguir. O detalhamento dos procedimentos, bem como os resultados, são descritos no capítulo 5.

Técnica

O estudo analítico por júri foi realizado por meio de observação sistemática, priorizando o caráter avaliativo da análise, além do descritivo.

Amostra

A amostra da etapa 2 foi constituída por parte da amostra apresentada na etapa 1, totalizando sete (n=7) imagens. A amostra foi reduzida nesta etapa, selecionando-se imagens com mais características distintas entre si. Optou-se por fazer essa triagem, para

evitar a exaustão dos participantes, uma vez que trata-se de um estudo descritivo e avaliativo. Entretanto, essa decisão não compromete a validade dos resultados desse estudo.

Instrumento de análise

Priorizando-se o caráter avaliativo que a segunda etapa do estudo analítico adotou, foi necessário adaptar o instrumento de análise demonstrado na etapa 1. Apenas as variáveis sintáticas foram mantidas, uma vez que os especialistas apenas observaram as propriedades gráficas da amostra. As colunas *variáveis de representação, descrição e comentários/esclarecimentos* foram mantidas e acrescentada a elas a coluna *valor*.

Conforme o

Quadro 4. 2, o valor é atribuído à maneira como cada variável é apresentada na imagem (descrição). Essa avaliação se dá em uma escala entre 1 e 5, sendo: 1 = péssimo; 2 = ruim; 3 = razoável; 4 = bom; 5 = ótimo.

Variáveis de representação	Descrição	Valor	Comentários/esclarecimentos
Cor		<input type="checkbox"/> 1 — <input type="checkbox"/> 2 — <input type="checkbox"/> 3 — <input type="checkbox"/> 4 — <input type="checkbox"/> 5	
Modo de representação		<input type="checkbox"/> 1 — <input type="checkbox"/> 2 — <input type="checkbox"/> 3 — <input type="checkbox"/> 4 — <input type="checkbox"/> 5	
Representação dimensional		<input type="checkbox"/> 1 — <input type="checkbox"/> 2 — <input type="checkbox"/> 3 — <input type="checkbox"/> 4 — <input type="checkbox"/> 5	
Projeção		<input type="checkbox"/> 1 — <input type="checkbox"/> 2 — <input type="checkbox"/> 3 — <input type="checkbox"/> 4 — <input type="checkbox"/> 5	
Elementos simbólicos		<input type="checkbox"/> 1 — <input type="checkbox"/> 2 — <input type="checkbox"/> 3 — <input type="checkbox"/> 4 — <input type="checkbox"/> 5	
Elementos enfáticos		<input type="checkbox"/> 1 — <input type="checkbox"/> 2 — <input type="checkbox"/> 3 — <input type="checkbox"/> 4 — <input type="checkbox"/> 5	

1=péssimo; 2=ruim; 3=razoável; 4=bom; 5=ótimo

Quadro 4. 2: Quadro para análise por júri
Fonte: a autora

Os especialistas marcaram os quadrados de acordo com o seu julgamento a respeito das variáveis encontradas, levando em conta a capacidade informacional de cada uma. Caso o avaliador tenha julgado a apresentação da variável péssima, marcou o quadrado correspondente ao número 1. Caso tenha achado que é ruim, marcou o quadrado de número 2. Se, em sua opinião tratava-se de uma variável razoável, sinalizou o quadrado do meio, referente ao número 3, e assim por diante. Caso o avaliador tenha julgado necessário

ou interessante comentar sobre suas escolhas ou até mesmo esclarecê-las, o campo *comentários/ esclarecimentos* propiciou essa ação e também contribuiu com esta pesquisa, oportunizando informações adicionais advindas de profissionais ligados ao design da informação.

A Figura 4. 3 mostra o protocolo do estudo analítico por júri. Nos campos superiores constam a data de realização da análise e o nome do observador. Em seguida são apresentadas as instruções de preenchimento, seguidas da imagem e seu número identificador. Logo após a imagem, encontra-se o quadro analítico para preenchimento.

ESTUDO ANALÍTICO POR JÚRI – etapa 2

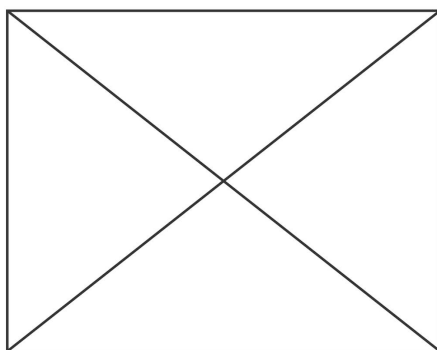
Data: / /

Observador: _____

Instruções: os quadrados na matriz, devem ser marcados de acordo com o seu julgamento a respeito das variáveis relacionadas, levando-se em conta a capacidade informacional. Caso julgue a apresentação da variável **péssima**, marque o quadrado correspondente ao número 1. Caso ache que é **ruim**, marque o quadrado seguinte, de número 2. Se, em sua opinião tratar-se de uma variável **razoável**, sinalize o quadrado de número 3 e assim por diante, relacionando o número 4 ao conceito '**bom**' e o número 5 a '**ótimo**'. Caso julgue necessário ou interessante comentar sobre suas escolhas ou até mesmo esclarecê-las, utilize o campo "comentários/esclarecimentos".

1=péssimo; 2=ruim; 3=razoável; 4=bom; 5=ótimo

Imagem nº _____



Variáveis de representação	Descrição	Valor	Comentários/esclarecimentos
Cor		<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	
Modo de representação		<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	
Representação dimensional		<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	
Projeção		<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	
Elementos simbólicos		<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	
Elementos enfáticos		<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	

Figura 4. 3: Protocolo do estudo analítico por júri

Fonte: a autora

A partir do preenchimento do quadro analítico pelo júri, foram observados e analisados os dados, de acordo com a estratégia descrita a seguir.

Análise dos resultados

Os resultados foram analisados qualitativamente, considerando-se também dados numéricos que indiquem incidência repetitiva de resultados, a fim de identificar tendências.

Os resultados observados ao fim das etapas 1 e 2, além de propiciarem a obtenção de informações acerca de características gráficas da amostra, contribuíram para a elaboração de roteiros para entrevistas, descritas a seguir.

4.2.3 Etapa 3 - Entrevistas

Na terceira etapa, realizou-se um estudo de campo, cujo objetivo foi conhecer as perspectivas e opiniões de médicos usuários e não usuários da RA em procedimentos médicos.

Técnica

Considerando-se que o objetivo desta etapa é abordar aspectos pragmáticos da utilização de imagens médicas em RA, julga-se coerente o uso da técnica de entrevista semiestruturada. Esse tipo de entrevista caracteriza-se por não possuir um questionário fechado, mas um roteiro elaborado previamente (SILVA e MENEZES, 2001). Dessa maneira, de acordo com Oliveira (2007), permite ao entrevistador certa flexibilidade e aproveitamento das oportunidades de elaboração de novas questões que julgue importantes no decorrer da conversação com o entrevistado.

Justificativa

A entrevista semiestruturada se adequa ao objetivo desta terceira etapa, já que é uma técnica qualitativa de coleta de dados que possibilita a obtenção de um grande número de informações.

Objeto de estudo

O objeto de estudo trata de aspectos pragmáticos da utilização de imagens de RA destinadas a procedimentos médicos. Foram abordados, então, os seguintes aspectos: a familiaridade com imagens médicas em RA; a complexidade do uso de imagens médicas

em RA como auxiliares em procedimentos; a aceitabilidade em relação a imagens médicas em RA; as perspectivas sobre uso dessa tecnologia na medicina.

Participante

A entrevista foi aplicada, primeiramente, com um médico usuário da tecnologia de RA em seus procedimentos. E, em um segundo momento, foram entrevistados dois médicos que não utilizam a RA em procedimentos médicos.

Os respondentes foram selecionados intencionalmente, com base no seu grau de conhecimento, familiaridade com o tema e disponibilidade.

Procedimentos pré-entrevista

Antes da realização da entrevista foram selecionados os possíveis entrevistados, e então feito o contato inicial com os candidatos, via telefone ou e-mail. Após o aceite dos candidatos, foram acordados lugares, datas e horários para a realização da pesquisa. Por fim, foram providenciados os materiais e equipamentos necessários para a realização da entrevista.

Perguntas e procedimentos

Uma vez que as entrevistas foram semiestruturadas, foram desenvolvidos dois roteiros (Apêndice B) com uma média de dezessete tópicos cada um: um roteiro para entrevista do médico usuário da RA e outro para os médicos não-usuários. Algumas perguntas, de ambos os roteiros, necessitaram de imagens auxiliares. Tais imagens fazem parte da amostra utilizada nas etapas anteriores.

Tendo os protocolos como guias, as perguntas foram elaboradas de forma que os entrevistados puderam discorrer livremente sobre o assunto. Dessa maneira, as respostas levaram a novas perguntas, elaboradas no momento da entrevista. As entrevistas tiveram gravação de áudio e vídeo (monitor do computador) para que os dados pudessem ser consultados posteriormente.

Os roteiros foram desenvolvidos com base em questionamentos e observações provenientes dos estudos analíticos. Tendo em vista o objetivo relacionado a esta etapa da pesquisa, foram abordados os seguintes aspectos: familiaridade com imagens médicas em RA; complexidade do uso de imagens médicas em RA como auxiliares em procedimentos;

aceitabilidade em relação a imagens médicas em RA; perspectivas sobre uso dessa tecnologia na medicina.

Materiais

Para a realização da entrevista foram necessários os seguintes materiais e equipamentos:

Aparelho de telefone | para o primeiro contato com os entrevistados.

Computadores conectados à internet | para e-mail para contato inicial e agendamento da entrevista.

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido | para assinatura do entrevistado no início da entrevista.

Gravador de áudio | para registro da entrevista.

Software de gravação de vídeo | para registro simultâneo do áudio e das imagens comentadas na entrevista .

Bloco de anotações e caneta esferográfica | para o entrevistador fazer anotações durante a entrevista.

Análise dos dados

Os dados da entrevista foram analisados qualitativamente, levando-se em conta o discurso do entrevistado comparativamente às etapas anteriores. As informações consideradas relevantes, foram reunidas e discutidas à luz das abordagens sobre representação e percepção pictórica, abordadas no capítulo 2.

Capítulo 5

Resultados e discussão do estudo analítico de imagens de RA utilizadas em procedimentos médicos

Neste capítulo são apresentadas as análises gráficas, realizadas pela autora e pelos especialistas em Design (júri), que visam, através de estudo analítico, identificar características gráficas presentes em imagens de RA utilizadas em procedimentos médicos. Portanto, inicialmente são apresentados os resultados de cada etapa e, em seguida, discutidos os mesmos para, por fim, fazer-se uma discussão geral das informações obtidas, levando-se em conta a literatura abordada no capítulo 2. Vale salientar que a amostra da análise pela autora foi de vinte e duas imagens e de sete, para a análise pelos especialistas, conforme exposto e justificado no capítulo 4.

5.1 Resultados do estudo analítico pela autora (etapa 1)

Conforme descrito no capítulo 4, o estudo analítico (Apêndice C) procurou descrever aspectos semânticos, de uso e técnicos das imagens, além de suas características sintáticas. Os primeiros foram analisados com base em informações sobre denotação, especialidade médica e circunstância de uso. Já os técnicos, abordaram o modo de visualização, além de equipamentos e tecnologias utilizadas. Por fim, os aspectos sintáticos foram observados considerando-se seis variáveis de representação: cor; modo de representação; representação dimensional; projeção; elementos simbólicos; elementos enfáticos. A amostra analisada é apresentada na Figura 5. 1.

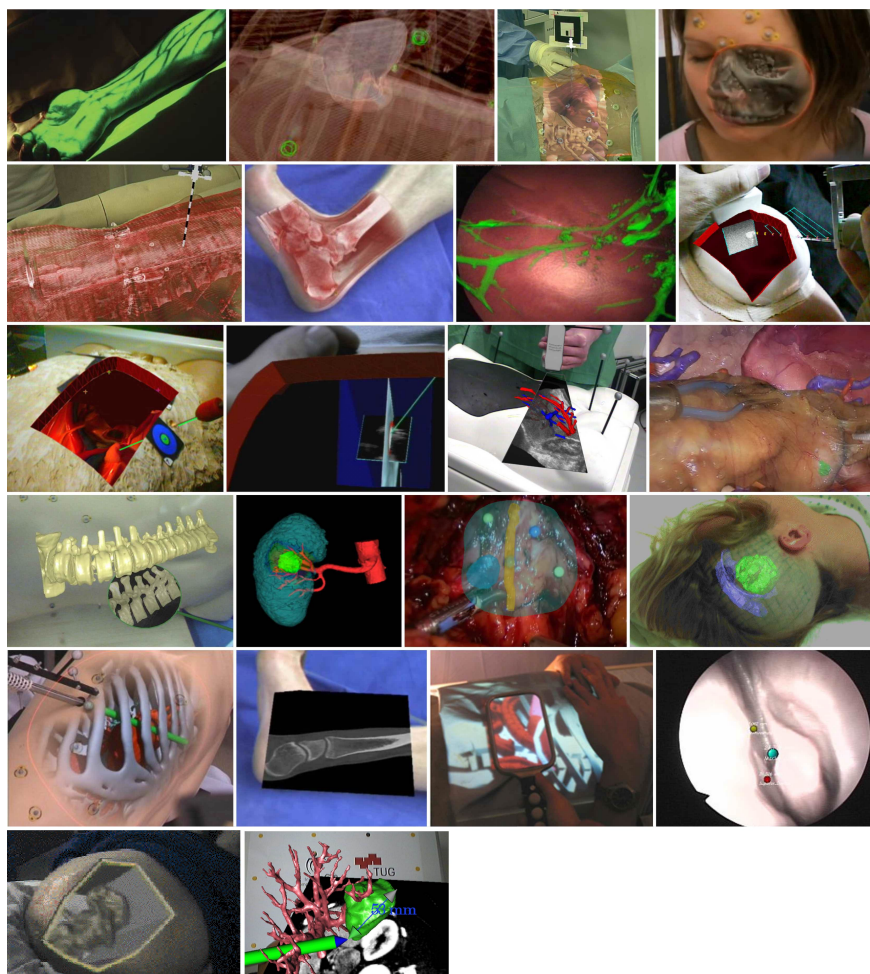


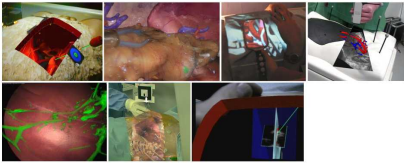




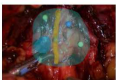

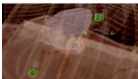

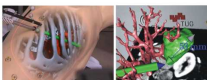
Figura 5. 1: Imagens componentes da amostra
 Fonte: ver Apêndice A

5.1.1 Análise dos aspectos semânticos, de uso e técnicos

A análise dos aspectos semânticos e de uso concentrou-se nas especificações de cada imagem referindo-se ao que esta denota, à especialidade médica a que se aplica e a quais circunstâncias se destina.

As informações obtidas nas fontes da amostra, no que se refere a especificações técnicas das imagens, variaram em sua completude: algumas ofereciam informações completas sobre a utilização da imagem, enquanto outras apenas alguns dados. Sendo assim, nem todas as especificações puderam ser preenchidas nos protocolos de análise e, nesses casos, foram descritas como *não informado* (n=2). A partir do que se pôde apurar, as imagens da amostra destinam-se a áreas diversas da medicina, sendo estas: otorrinolaringologia (n=1), cardiologia (n=1), neurologia (n=1), urologia (n=1), nefrologia (n=1), angiologia (n=1), ginecologia e obstetrícia (n=2), ortopedia e traumatologia (n=5) e gastroenterologia (n=7). Essas duas últimas foram as especialidades mais incidentes. O

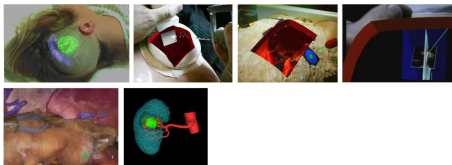
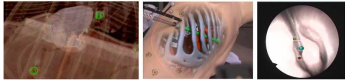
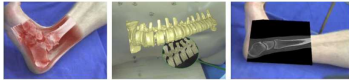

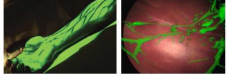


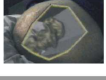
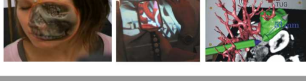
Quadro 5. 1, apresenta as especialidades presentes na amostra (primeira coluna) e indica o número de incidência de cada uma (segunda coluna). Também relaciona as imagens da amostra às especialidades às quais pertencem (terceira coluna).

Especialidade médica	Incidência	Imagens RA
Gastroenterologia	7	
Ortopedia e traumatologia	5	
Ginecologia e obstetrícia	2	
Angiologia	1	
Nefrologia	1	
Urologia	1	
Neurologia	1	
Cardiologia	1	
Otorrinolaringologia	1	
Não informado	2	

Quadro 5. 1: Resultados das incidências da amostra em especialidades médicas
Fonte: a autora

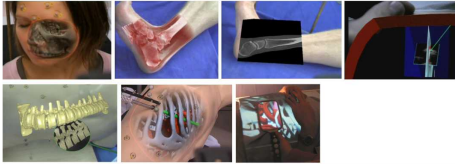
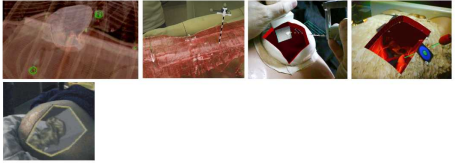

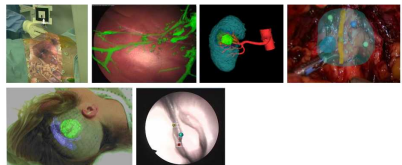

Em relação a circunstâncias de uso das imagens de RA analisadas, verificou-se os seguintes procedimentos: biópsia/ retirada de tumor (n=6); cirurgias e procedimentos endoscópicos (n=3); cirurgias ortopédicas (n=3); ablação (n=2); cirurgias vasculares (n=2);

vertebroplastia (n=1); retirada da próstata (n=1) e visualização de exame ultrassonográfico (n=1), conforme ilustrado no Quadro 5. 2. Três imagens da amostra não tiveram suas funções claramente informadas por suas fontes, portanto, sua função foi marcada como *não informada* (n=3). Verifica-se, portanto, que a maioria dos procedimentos pontuados ocorrem em camadas mais profundas do corpo humano. Com isso, pode-se dizer que os dados coletados corroboram com Azuma (1997), quando este afirma que a principal contribuição da RA em procedimentos médicos é a melhora na visualização, proporcionando a localização de partes antes não vistas durante os procedimentos invasivos, bem como a eficiente orientação na manipulação dos instrumentos cirúrgicos e examinadores.

Circunstância de uso	Incidência	Imagens RA
Biopsia/ retirada de tumor	6	
Cirurgia ou procedimento endoscópico	3	
Cirurgia ortopédica	3	
Ablação	2	
Cirurgia vascular	2	
Vertebroplastia	1	
Retirada da próstata	1	
Visualização de exame ultrassonográfico	1	
Não informada	3	

Quadro 5. 2: Resultado da análise das circunstâncias de uso
Fonte: a autora

No que concerne aos modos de visualização, encontraram-se variações. Alguns dos sistemas empregados proporcionam visualização direta, por meio de projeção sobre o ambiente real (n=1) ou através de *optical see-through* HMD (n=5) e *video see-through* HMD (n=7). Também verificou-se imagens com sistema de visão indireta, isto é, por meio de monitor não alinhado ao cenário misturado (n=6). Nesse caso, o plano de ação (paciente) não coincide com o plano de visualização (monitor). Algumas das fontes pesquisadas não citavam o dispositivo de visualização utilizado, totalizando, então, três imagens (n=3) sem essa informação. O Quadro 5. 3: Resultado da análise do modo de visualização ilustra estes resultados. A primeira coluna apresenta os modos de visualização relacionados aos dispositivos utilizados (segunda coluna). A terceira e a quarta colunas informam, respectivamente, o número de imagens em cada categoria e as imagens propriamente ditas.

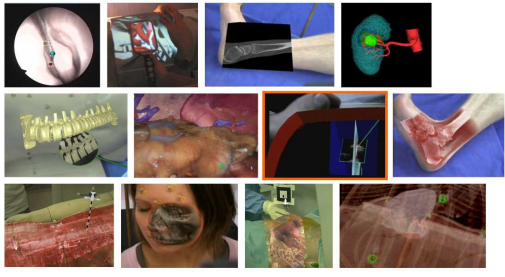



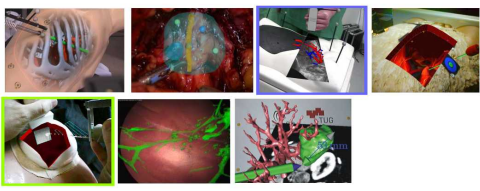
Modo de visualização	Dispositivo de visualização	Incidência	Imagens RA
Direta	<i>video see-through</i> HMD	7	
	<i>optical see-through</i> HMD	5	
	Projeção sobre o ambiente real	1	
Indireta	Monitor	6	
Não informado	Não informado	3	

Quadro 5. 3: Resultado da análise do modo de visualização
Fonte: a autora

A partir dos resultados expostos no Quadro 5. 3, pode-se dizer que na amostra analisada, o número de imagens pertencentes a sistemas de visualização direta por *video see-through* HMD (n=7) e por *optical see-through* HMD equilibra-se com o número de sistemas de visualização indireta (n=6), por monitor. Percebe-se com isso que as aplicações

de RA ainda estão vinculadas a dispositivos acoplados ao corpo do médico, o que pode influenciar no comportamento do usuário, uma vez que o uso do HMD pode provocar certo desconforto (BIMBER e RASKAR, 2005b). A visualização por monitor não alinhado é um sistema mais simples e não requer dispositivo especial de visualização, porém, faz com que o plano de visão do médico não coincida com seu plano de ação. Dessa maneira, acredita-se que maior será a contribuição da RA para a medicina, se os sistemas de visualização forem desenvolvidos com vistas à facilitação da atuação do médico.

Em relação ao momento e técnica de obtenção das imagens em RA representadas na amostra, observou-se que, além dos sistemas que constroem modelos tridimensionais digitais a partir de imagens obtidas previamente, há sistemas que combinam os primeiros com imagens captadas em tempo real. Entre as técnicas de obtenção prévia de imagens, houve incidência de tomografia computadorizada (n=12) e de ressonância magnética (n=1). Nos casos de captação de imagens em tempo real, foi citada a utilização de raios infravermelhos (n=1) e de transdutor ultrassonográfico (n=4). As informações sobre as técnicas de obtenção de imagens estão organizadas no Quadro 5. 4, distribuídas em quatro colunas. A primeira indica o momento de obtenção da imagem (obtenção prévia ou momento real) e relaciona-se com a segunda, que compreende as técnicas de obtenção da imagem (tomografia computadorizada, ressonância magnética, raios infravermelhos e transdutor ultrassonográfico). A terceira e a quarta colunas referem-se diretamente à segunda, indicando, respectivamente, o número de incidências e as imagens relacionadas a cada técnica. Algumas fontes subtraem todas ou algumas informações sobre as técnicas de obtenção da imagem, por isso, incluiu-se no quadro a categoria *não informado* (n=7). Observando-se o Quadro 5. 4, pode-se afirmar que a técnica de tomografia computadorizada é a mais utilizada na obtenção de imagens para construção dos modelos digitais tridimensionais. Sobre as combinações de imagens digitais com captação em tempo real, verificou-se que, quando é utilizado o transdutor ultrassonográfico, as imagens são utilizadas, em grande parte, em procedimentos minimamente invasivos, como biópsia, retirada de tumor e ablação.

Momento da obtenção	Técnica de obtenção	Incidência	Imagens RA
Obtenção prévia	Tomografia computadorizada	12	
	Ressonância magnética	1	
Tempo real	Raios infravermelhos	1	
	Transdutor ultrassonográfico	4	
Não informado	Não informado	7	

Quadro 5. 4: Resultado da análise de obtenção da imagem
Fonte: a autora

As imagens destacadas na Figura 5. 2, aparecem repetidamente no Quadro 5. 4, porque combinam imagens obtidas previamente com imagens captadas em tempo real. Dessa maneira, a somatória do número de incidências ultrapassa o total da amostra.

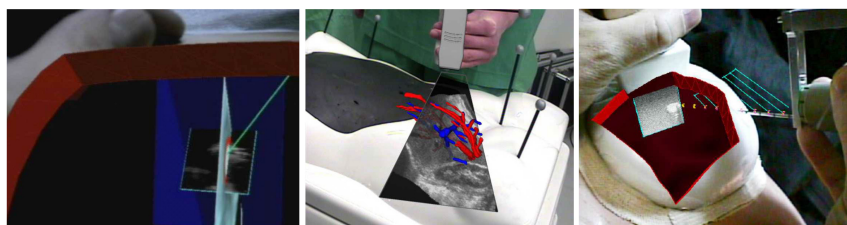


Figura 5. 2: Imagens obtidas previamente combinadas a imagens captadas em tempo real
Fonte: ver Apêndice A

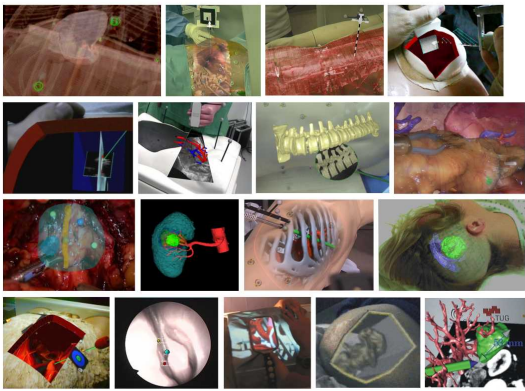
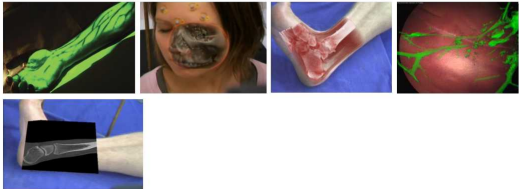
De forma geral, na análise dos aspectos de uso e técnicos da amostra, encontrou-se grande diversidade entre as imagens, principalmente no que tange à especialidade médica (n=9), à circunstância de uso a qual estão relacionadas (n=8) e aos dispositivos de

visualização (n=4). Isto pode indicar que a determinação de tais aspectos nos sistemas de RA relacionam-se aos tipos de procedimentos e especialidades a que se destinam as imagens. Ou ainda, essa diversidade pode apontar o estágio experimental da utilização dessa tecnologia, em que técnicas e dispositivos diferentes são utilizados de modo a determinar quais deles atendem mais eficientemente às necessidades médicas. A seguir, serão apresentados e discutidos os resultados da análise dos aspectos sintáticos.

5.1.2 Análise dos aspectos sintáticos

A análise dos aspectos sintáticos se deu por meio da descrição das variáveis de representação presentes na amostra, conforme mencionado anteriormente.

Em relação à variável *cor*, verificou-se que a maioria das imagens é policromática (n=17), enquanto apenas cinco são monocromáticas (n=5), como mostra o Quadro 5. 5.

Cor	Incidência	Imagens RA
Policromática	17	
Monocromática	5	

Quadro 5. 5: Análise sintática – cor
Fonte: a autora

Com isso, percebe-se que a cor é utilizada para ressaltar a representação de diferentes estruturas ou tecidos corpóreos em 14 das 17 imagens policromáticas da amostra. E em 9 delas, a cor é empregada como diferenciadora dos instrumentos médicos. A Figura 5. 3 mostra duas das imagens em que isto ocorre.

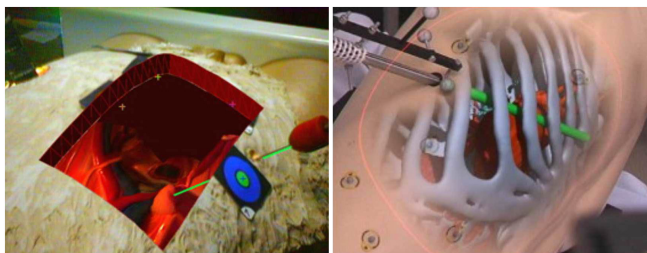


Figura 5. 3: Imagens em que o instrumento cirúrgico é identificado por cor
Fonte: ver Apêndice A


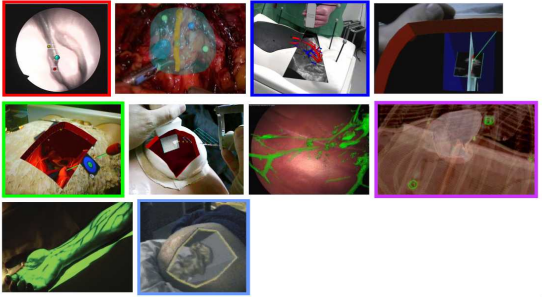
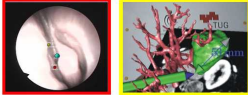
Já, cada uma das imagens monocromáticas analisadas representa apenas um tipo de estrutura corpórea, como sistema venoso e tecido ósseo. Nesses casos, a diferenciação de limites e profundidade foi representada por contraste ou gradientes, conforme exemplifica a Figura 5. 4.



Figura 5. 4: Imagens monocromáticas com contraste e gradientes de cor
Fonte: ver Apêndice A

Constatou-se também, a existência de imagens com partes monocromáticas (geradas por ultrassonografia) complementadas por elementos de cores diversas (n=3). A imagem ultrassonográfica, gerada em tempo real, é complementada por imagens virtuais, a fim de destacar informações relevantes ao procedimento que está sendo executado (Figura 5. 2).

Entre os modos de representação, constatou-se que a maioria das imagens é realista (n=16). As esquemáticas totalizaram dez (n=10), enquanto o número de imagens com modo de representação verbal-numérico foi de apenas dois (n=2). Tais resultados podem ser visualizados no Quadro 5. 6 que relaciona o modo de representação com o número de incidências e imagens da amostra.

Modo de representação	Incidência	Imagens RA
Realista	16	
Esquemático	10	
Verbal-numérico	2	

Quadro 5. 6: Análise sintática - modo de representação
Fonte: a autora

Algumas imagens aparecem repetidamente no quadro, indicando que possuem modos de representação mistos: esquemático-verbal-numérico (Figura 5. 5a, b), realista-esquemático (Figura 5. 5c, d, e).

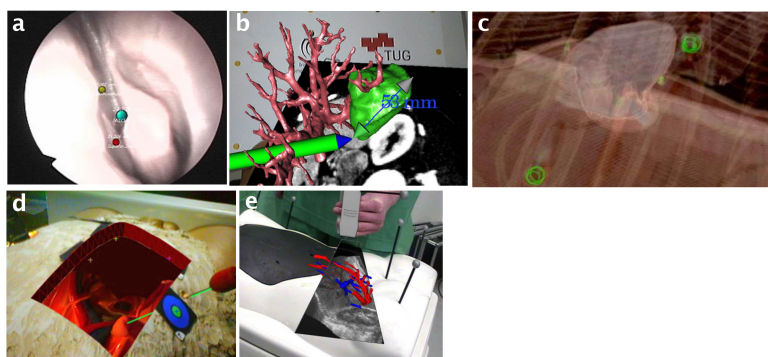
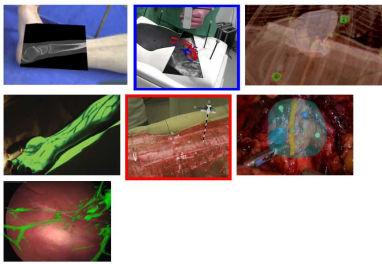
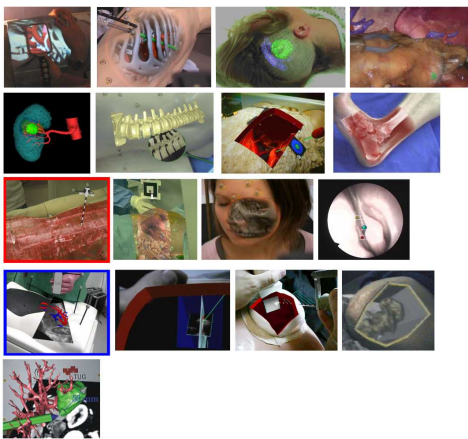


Figura 5. 5: Imagens com modo de representação misto
Fonte: ver Apêndice A

As descrições previstas para a variável *representação dimensional* foram 2D- bidimensionais e 3D- tridimensionais. As imagens bidimensionais incidiram sete vezes (n=7), enquanto as tridimensionais totalizaram dezessete (n=17). O Quadro 5. 7 apresenta os resultados, relacionando três colunas: modo de representação dimensional; número de imagens de cada tipo; imagens pertencentes a cada categoria.

Representação dimensional	Incidência	Imagens RA
2D	7	
3D	17	

Quadro 5. 7: Análise sintática - representação dimensional
Fonte: a autora

Os resultados mostram que a maioria das imagens é tridimensional, entre elas, representações realistas, esquemáticas, verbal-numéricas, monocromáticas e policromáticas. Essa diversidade também ocorreu nas imagens bidimensionais, entretanto representações esquemáticas incidiram em maior número (n=4) nesse grupo. Duas representações da amostra apresentaram elementos bi e tridimensionais compondo a mesma imagem (Figura 5. 6).

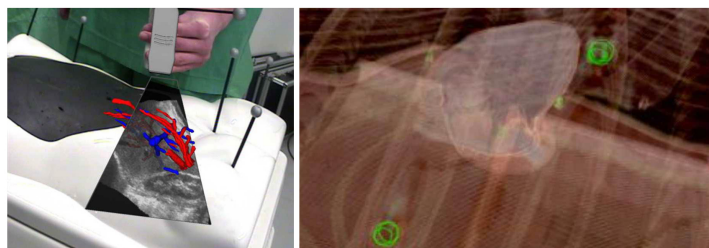


Figura 5. 6: Imagens com representação bidimensional e tridimensional
Fonte: ver Apêndice A

A variável *projeção* refere-se à ideia de que a imagem é plana em relação ao corpo do paciente ou que avança para dentro ou para fora de seu corpo. Com a análise, verificou-se que maior parte da amostra apresentou projeção plana, totalizando quatorze (n=14), ao passo que há seis projeções descendentes (n=6) e seis ascendentes (n=6). O Quadro 5. 8 indica na primeira coluna as descrições da variável em questão, enquanto na segunda, revela o número de imagens com cada descrição e na terceira, apresenta-as de acordo com o tipo de projeção.

Projeção	Incidência	Imagens RA
Plana	14	
Descendente	6	
Ascendente	6	

Quadro 5. 8: Análise sintática – projeção
Fonte: a autora

As imagens destacadas na Figura 5. 7 apresentam mais de um tipo de projeção, sendo ascendente-plana as imagens a-b e descendente-ascendente as c-d.

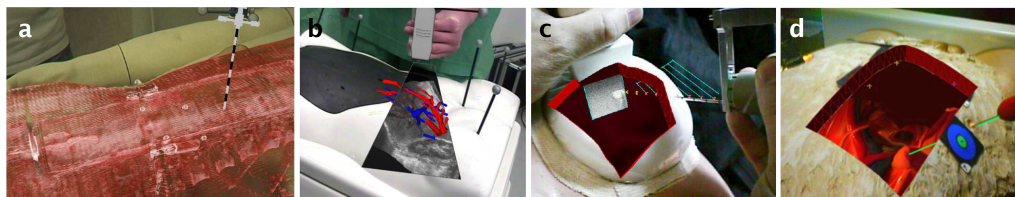


Figura 5. 7: Imagens com projeção mista
Fonte: ver Apêndice A

Entre os elementos simbólicos, os que tiveram maior incidência foram as linhas (n=6) e as formas circulares (n=6). As primeiras indicaram o instrumento médico, sua localização e profundidade durante o procedimento (Figura 5. 8), enquanto as formas circulares simbolizaram alvos ou pontos de atenção (Figura 5. 9). Também houve incidência de elementos simbólicos com forma retangular (n=1) e seta (n=1). No primeiro caso, as formas indicaram pontos de localização (Figura 5. 10a) e no segundo, tamanho ou extensão (Figura 5. 10b).

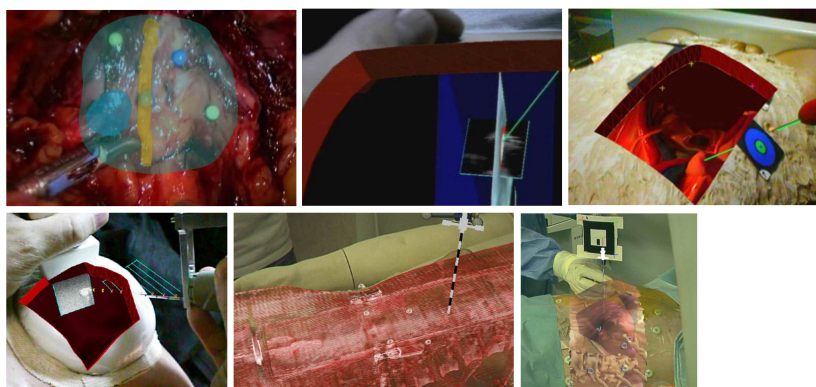


Figura 5. 8: Imagens com elemento simbólico – linha
Fonte: ver Apêndice A

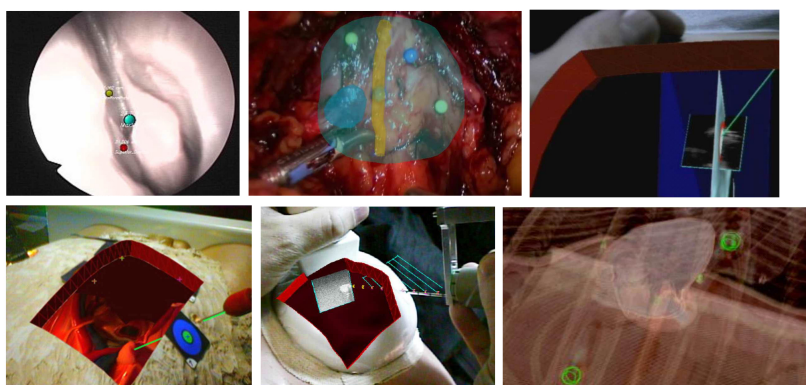


Figura 5. 9: Imagens com elemento simbólico - forma circular
Fonte: ver Apêndice A

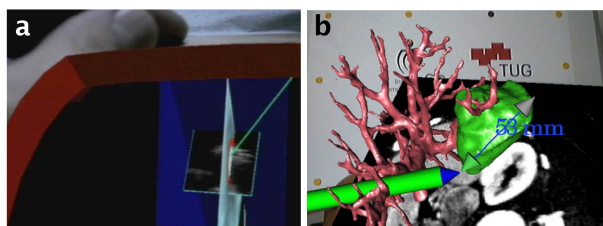


Figura 5. 10: Imagens com elementos simbólicos - forma retangular e seta
Fonte: ver Apêndice A

Em diversas imagens foram encontrados elementos simbólicos com formas diferentes, portanto, houve incidência de uma mesma imagem em diversas categorias, como mostra a Figura 5. 11.

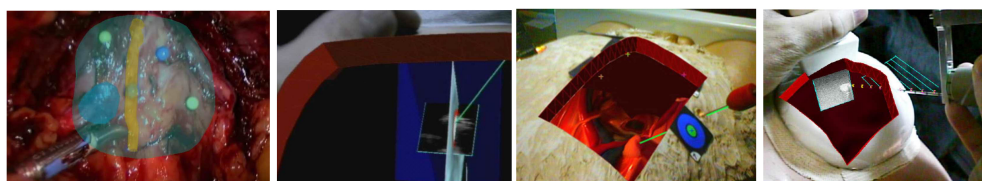


Figura 5. 11: Imagens com mais de um tipo de elemento simbólico
Fonte: ver Apêndice A

Apesar de haver várias imagens contendo elementos simbólicos, a maioria da amostra não apresenta essa variável (n=13), conforme Figura 5. 12.

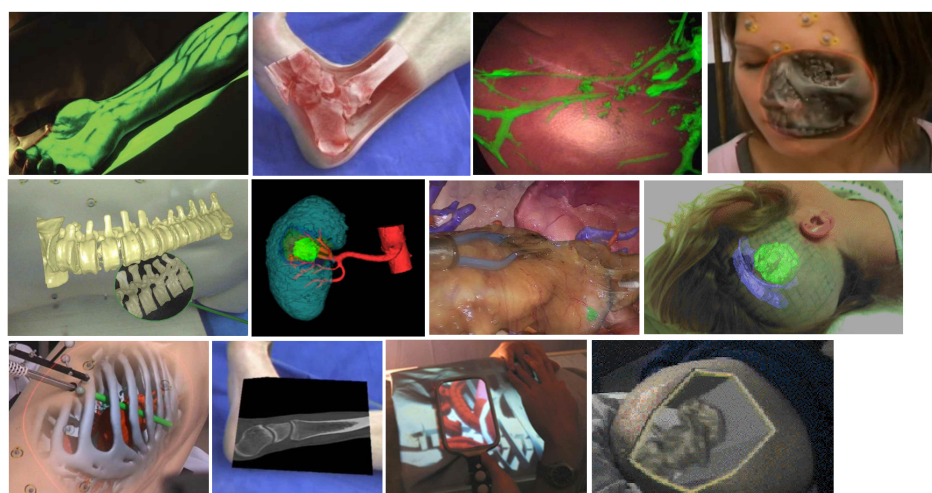
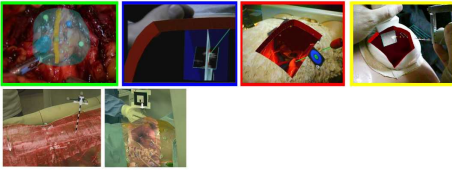
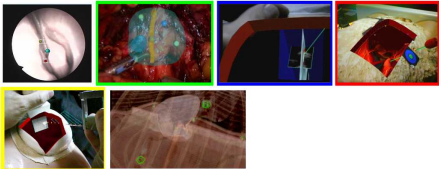
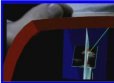
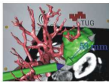
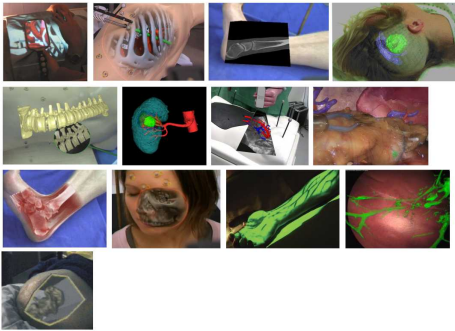


Figura 5. 12: Imagens sem elemento simbólico
Fonte: ver Apêndice A

A descrição geral da amostra, em relação aos elementos simbólicos, pode ser vista no Quadro 5. 9, em que três colunas indicam, respectivamente, o elemento simbólico, o número de incidência do mesmo e as imagens em que ele incidiu.

Elemento simbólico	Incidência	Imagens RA
—	6	
• / ○	6	
□	1	
↔	1	
Nenhum	13	

Quadro 5. 9: Análise sintática - elementos simbólicos
Fonte: a autora

Ao contrário dos elementos simbólicos, os enfáticos estão presentes em todas as imagens da amostra. Cores, texturas, formas e brilho foram os elementos identificados como enfáticos nas imagens analisadas, sendo o contraste pela cor, dentre todos, o mais utilizado (n=16). A forma incidu em cinco imagens (n=5), enquanto o brilho apareceu em três (n=3) e a textura em apenas uma (n=1). As Figura 5. 13, Figura 5. 14, Figura 5. 15 e Figura 5. 16 mostram as imagens onde há ênfase pela cor, forma, brilho e textura, respectivamente.

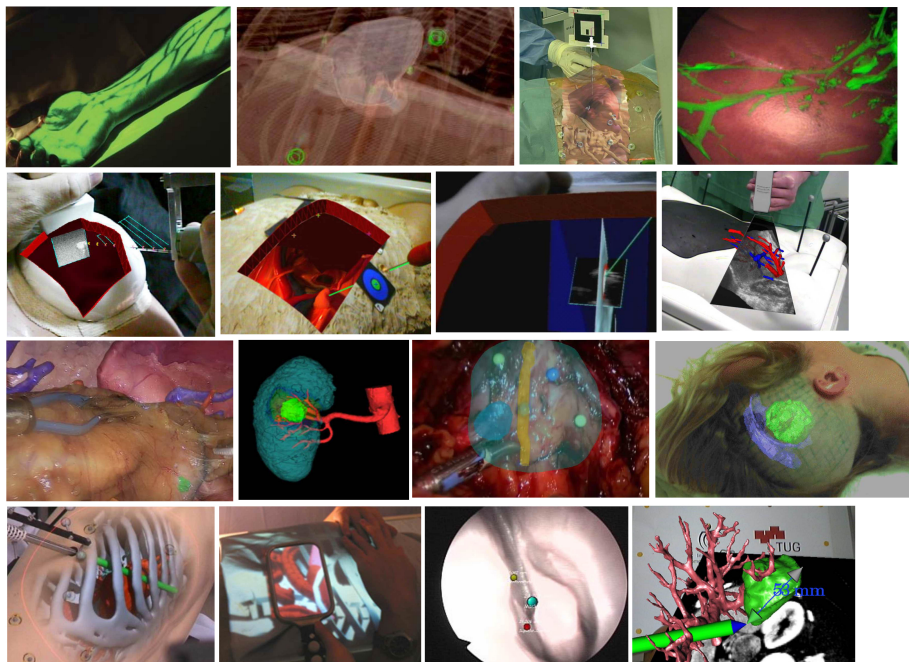


Figura 5. 13: Imagens com elemento enfático – cor
Fonte: ver Apêndice A

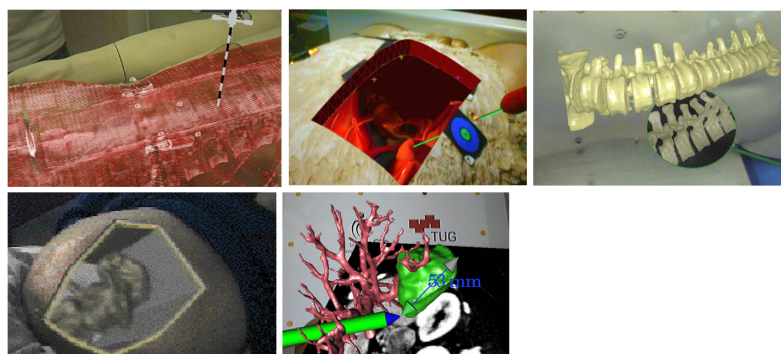


Figura 5. 14: Imagens com elemento enfático – forma
Fonte: ver Apêndice A



Figura 5. 15: Imagens com elemento enfático – brilho
Fonte: ver Apêndice A



Figura 5. 16: Imagem com elemento enfático – textura
Fonte: ver Apêndice A

O Quadro 5. 10 divide as imagens da amostra (coluna 3) de acordo com seus elementos enfáticos (coluna 1), indicando ainda o número de incidência (coluna 2) em cada categoria.

Elemento enfático	Incidência	Imagens RA
Cor	16	
Forma	5	
Brilho	3	
Textura	1	

Quadro 5. 10: Análise sintática - elementos enfáticos
Fonte: a autora

Três componentes da amostra possuem mais de um elemento enfático, encaixando-se, portanto, em mais de uma categoria (Figura 5. 17).



Figura 5. 17: Imagens com mais de um elemento enfático
Fonte: ver Apêndice A

Constatou-se, com base na amostra analisada, que a cor é o elemento mais utilizado para dar ênfase em imagens médicas de RA, enquanto a textura é o recurso menos empregado. Percebeu-se, além disso, que há uma relação entre elementos enfáticos e o número de cores da imagem. Ou seja, em imagens policromáticas a cor é, geralmente, o elemento enfático mais utilizado (n=14), seguido pela forma (n=5) e pela textura (n=1). Já na maioria das imagens monocromáticas (n=3) a ênfase se deu pelo brilho, enfatizando o volume e a profundidade da representação. Portanto, é o contraste entre claro e escuro que tornam visíveis os diferentes contornos e planos de tais imagens, as quais representam um único tipo de tecido corpóreo (tecido ósseo, no caso da amostra). A forma não apareceu como elemento enfático em imagens monocromáticas, somente nas policromáticas. A Figura 5. 18 demonstra graficamente tais afirmações. O eixo horizontal refere-se aos elementos enfáticos e o eixo vertical diz respeito à quantidade de imagens (unidades). A cor azul indica imagens policromáticas enquanto a cinza refere-se às monocromáticas.

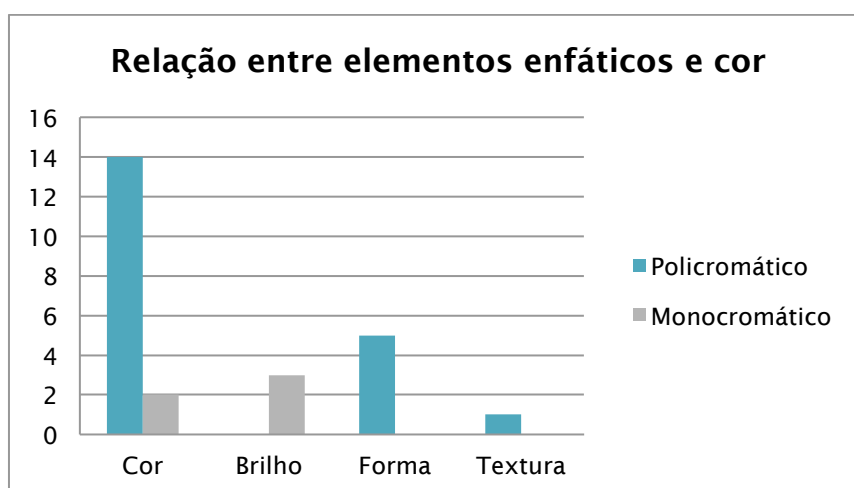


Figura 5. 18: Relação entre elementos enfáticos e cor
Fonte: a autora

Com isso, é possível identificar tendências nas representações médicas em RA, bem como levantar questionamentos sobre sua utilização como meio de informação. O próximo tópico aborda detalhadamente essas questões.

5.1.3 Discussão dos resultados do estudo analítico (etapa 1)

Nesse tópico serão discutidos e questionados os resultados da análise à luz dos fundamentos teóricos adotados. Serão abordados tanto os aspectos semânticos, quanto os sintáticos.

O Quadro 5. 11 reúne as informações obtidas com o estudo analítico, destacando-se em cinza as categorias em que houve mais incidências. As variáveis foram descritas na coluna da esquerda, separadas em aspectos de uso, técnicos e sintáticos. Nas colunas seguintes foram inseridas as descrições relativas a cada variável e o número de imagens referentes a elas (n). Em alguns momentos foi utilizado o termo *outros* para fazer referência a outras descrições com pouca incidência. Portanto, o número nessa categoria indica a somatória de todas as categorias não citadas.

Aspectos de uso				
Especialidade médica	Gastroenterologia n= 7	Ortopedia e traumatologia n= 5	Outros n= 10	
Circunstância de uso	Biópsia/ retirada de tumor n= 6	Cirurgia/ procedimento endoscópico n= 3	Cirurgia ortopédica n= 3	Outros n= 10
Aspectos técnicos				
Modo de visualização	Direta n= 13	Indireta n= 6	Não informado n= 3	
Obtenção da imagem	TC n= 12	Ultrassonografia n= 4	Outros n= 9	
Aspectos sintáticos				
Cor	Policromático n= 17	Monocromático n= 5		
Modo de representação	Realista n=16	Esquemático n= 10	Verbal-numérico n= 2	
Representação dimensional	2D n= 7	3D n= 17		
Projeção	Plana n= 14	Descendente n= 6	Ascendente n= 6	
Elemento simbólico	Linha n= 6	Ponto ou forma circular n= 6	Outros n= 2	Nenhum n= 13
Elemento enfático	Cor n= 16	Forma n=5	Brilho n= 3	Textura n= 1

Quadro 5. 11: Síntese do resultado numérico do estudo analítico (etapa 1)

Fonte: a autora

Aspectos semânticos, de uso e técnicos

Abordando-se os aspectos semânticos e de uso da amostra analisada, pode-se afirmar que as imagens médicas em RA são majoritariamente da área de gastroenterologia e mais utilizadas em procedimentos de biópsia e retirada de tumor. Isso sugere que esses são os tipos de procedimentos que mais utilizam a RA e que necessitam de mais precisão.

Verificou-se, também, que a maioria das imagens é construída a partir de resultados de exames de tomografia computadorizada quando as representações referem-se a órgãos dos aparelhos digestivo, urinário, cardíaco e ao sistema ósseo. Enquanto para imagens neurológicas e dos aparelhos circulatório e reprodutor foram utilizados, respectivamente, ressonância magnética, radiação infravermelho e ultrassonografia. Com isso, acredita-se que a escolha do método de diagnóstico se deve à adequação ao tipo de tecido que se quer investigar e não à construção de imagens de RA.

Constatou-se, ainda, que a maior parte dos sistemas de RA utilizados nas imagens da amostra funcionam com visualização direta, por meio de dispositivos HMD. A preferência pela visualização direta pode ocorrer devido à necessidade de manipulação dos instrumentos cirúrgicos no mesmo plano de visão, propiciado por esse tipo de sistema. Quanto ao uso predominante do HMD, isto pode sugerir que a RA, por não estar até então consolidada na área médica, não possui dispositivos de visualização adequados para a função do médico, fazendo uso de dispositivos originalmente criados para a realidade virtual (*video see-through* HMD) (KIRNER e TORI, 2006) ou semelhantes a estes (*optical see-through* HMD).

Aspectos sintáticos

Levando-se em conta os aspectos sintáticos da amostra, pode-se dizer que imagens médicas em RA tendem a ser policromáticas, tridimensionais, realistas, com projeção nula, com poucos ou nenhum elemento simbólico, utilizando a cor como o principal elemento de ênfase. As características realistas e tridimensionais revelam a intenção de que essas representações sejam mais parecidas quanto possível com seus referentes (órgãos, glândulas e tecidos). O fato de as imagens de RA serem policromáticas ressalta a importância da distinção entre os diversos elementos representados em cada imagem e, por isso, a cor também aparece como o principal elemento de ênfase. No entanto, a nulidade ou o pouco uso de elementos simbólicos, sugerem que basta o uso de cores como elementos diferenciadores dos diversos elementos da imagem. Apesar de muitas das imagens da amostra serem tridimensionais, a representação de projeção é quase sempre nula. Isso pode

sugerir que: há complexidades envolvidas na construção da imagem virtual; não há real necessidade desse recurso representacional; há barreiras técnicas para esse tipo de recurso. A seguir serão discutidos os resultados separadamente, por variável.

A análise apontou que em relação à variável **cor**, a maioria das imagens da amostra é policromática. Dentre as cores empregadas, o azul, o verde e o vermelho são as que aparecem mais frequentemente, como mostra a Figura 5. 19.

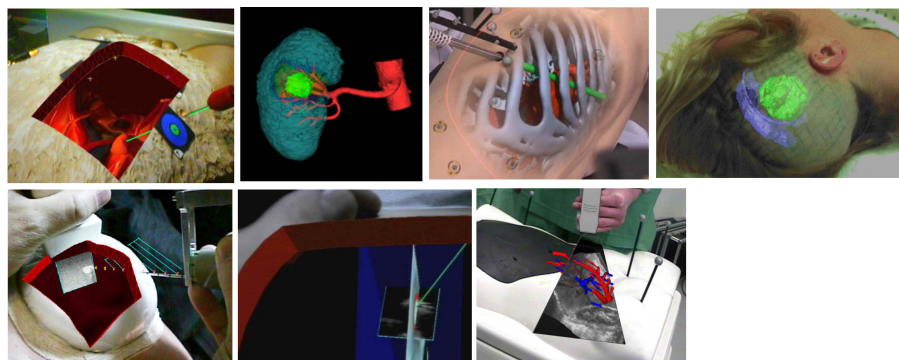


Figura 5. 19: Imagens policromáticas com predominância de vermelho, azul e verde
Fonte: ver Apêndice A

De acordo com Arnheim (2005), um indivíduo consegue distinguir claramente tons próximos às cores primárias, ou seja, avermelhado, azulado e amarelado, além do cinzento. No entanto, se o indivíduo possuir alguma deficiência fisiológica na identificação de cores, como o daltonismo, a diferenciação de áreas enfatizadas pelas cores, pode ficar comprometida. A Figura 5. 20 demonstra algumas imagens da amostra que possuem a cor como principal elemento de ênfase e as compara com uma versão das mesmas em preto e branco. Dessa maneira, pode-se perceber que a distinção dos limites da representação fica prejudicada em uma situação em que não há contraste evidente de cor.



Figura 5. 20: Componentes da amostra que têm a cor como principal elemento de ênfase
Fonte: ver Apêndice A

Então, considerando-se a visualização de tais imagens por um indivíduo com daltonismo ou outra deficiência visual, pode-se ter uma situação de difícil distinção dos diversos elementos representados. De acordo com Arnheim (2005), afirma-se que não só as cores, mas estas aliadas a formas distintas, tornam mais evidente a discriminação visual. Com isso, tendo em vista a importância da visualização clara da informação na medicina, considera-se interessante, além da cor, utilizar outros recursos gráficos que possam evidenciar a distinção entre elementos da imagem, como contornos evidentes e texturas, de modo a diminuir a suscetibilidade das imagens a problemas perceptivos do observador. Estes podem ser causados tanto por problemas fisiológicos, quanto por outras interferências, como a iluminação do ambiente.

Considerando-se que a forma não é tão suscetível ao ambiente quanto a cor, conforme colocado por Arnheim (2005), esta pode sofrer variações perceptivas em decorrência de mudanças de claridade ou cor do ambiente. Desse modo, pode-se dizer que a forma é um elemento de diferenciação mais seguro do que a cor. Sendo assim, reforça-se a relevância de se ressaltar o contraste das formas, destacando-se a relação figura-fundo enunciada por Arnheim (2005).

Sabe-se que o principal objetivo da utilização das imagens como auxiliares em procedimentos médicos é a orientação e a localização, seja de uma lesão ou do instrumento médico. As imagens analisadas possuem esse mesmo intuito, contudo, variam no **modo de representação**. Enquanto algumas apresentam inúmeros detalhes e texturas para representar de forma realista o corpo humano e o instrumento médico, outras são esquemáticas, apenas sinalizando o alvo da intervenção médica ou o instrumento, por meio de elementos simbólicos como linhas e pontos. A Figura 5. 21 mostra duas imagens realistas e duas esquemáticas. As primeiras representam a região do tórax e apresentam detalhes como volume, profundidade e texturas. As esquemáticas representam procedimentos de biópsia, com elementos gráficos não levam ao reconhecimento da anatomia, mas evidenciam a localização do tecido que deve ser alcançado. Essa evidência se dá por meio de símbolos como formas circulares ou linhas.

Segundo Arnheim (2005), em alguns casos o afastamento da representação realista pode alcançar melhores resultados informativos. Com isso, pode se dizer que as imagens esquemáticas parecem informar o alvo do procedimento de maneira mais direta que as realistas, indicando-o por meio de linhas e formas circulares representando alvos.



Figura 5. 21: Comparativo de imagens realistas e esquemáticas
Fonte: ver Apêndice A

Arnheim (2005) defende o princípio da simplicidade, em que a simplicidade da forma e da composição promove a percepção humana de representações visuais, facilitando assim a leitura destas. Tal leitura depende dos elementos representados, bem como de sua organização. Gombrich (1986) também defende que para que uma representação seja compreendida, basta que nela estejam presentes as características essenciais do objeto representado, que levem o observador a reconhecê-lo. Para o autor, a semelhança é suficiente para tornar a representação pictórica compreensível. Já, para Goodman (2006), basta que os símbolos utilizados denotem o referente, como ocorre nas imagens esquemáticas em que são utilizadas linhas e pontos para fazer referência a partes do corpo humano. Diante disso, pode-se supor que a utilização de formas simples, aliadas a cores diferenciadas é mais eficaz na transmissão da informação ao médico durante o procedimento, do que imagens ricamente trabalhadas em detalhes e texturas.

A Figura 5. 22 trata de representações em que formas simples foram utilizadas para denotar as vias biliares. A figura traz, à esquerda, uma representação detalhada do interior do fígado e dos seus dutos condutores internos (vias biliares). Já, a figura à direita, trata de uma imagem de RA sinalizando, na superfície do fígado, as vias biliares internas a ele.

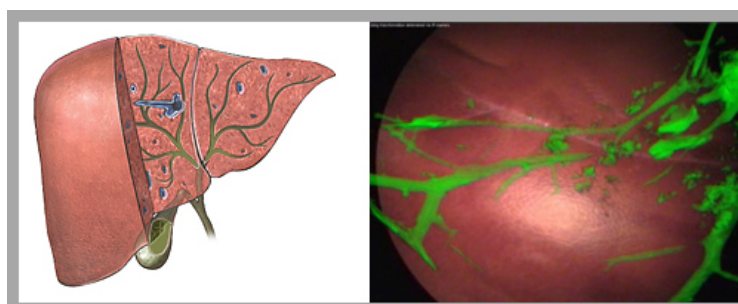


Figura 5. 22: Exemplo de imagem com formas simples
Fonte: <http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/bileductdiseases.html>; ver Apêndice A

Considera-se que o médico especialista em tratar doenças do fígado conhece a anatomia do órgão e sabe que as vias biliares são canais condutores, localizados no interior

do mesmo. Sendo assim, mesmo que tais vias sejam representadas como manchas verdes na superfície do fígado, o médico não terá dificuldades em compreender a informação, pois possui as *schematas* correspondentes ao órgão em questão. As *schematas* (GOMBRICH, 1986) ou o sistema de símbolos (GOODMAN, 2006) do indivíduo são responsáveis pelo reconhecimento da mensagem visual. Esta, ainda, é influenciada pela expectativa do observador (GOMBRICH, 1986). Com isso, questiona-se qual o grau de detalhamento necessário às imagens médicas em RA para que estas ofereçam a informação com eficácia, considerando-se o repertório visual dos médicos e o seu conhecimento prévio do contexto do procedimento (expectativa)? E ainda, que recursos gráficos podem ser utilizados em uma representação que denote claramente o referente sem que a primeira seja uma tentativa de cópia deste?

A maioria das imagens da amostra não possui **projeção**, entretanto houve incidência de projeções ascendentes e descendentes. Ainda considerando-se a expectativa gerada pelas *schematas* dos médicos, estes sabem que procedimentos invasivos ocorrem em órgãos localizados dentro do corpo humano. Portanto, questiona-se que tipo de informação a projeção descendente agrega à imagem, além de indicar ao médico que o procedimento objetiva atingir estruturas que estão no interior do corpo do paciente?

A profundidade do instrumento cirúrgico e/ou do alvo da intervenção médica aparecem indicadas em imagens com projeção descendente. Porém, essa indicação se dá por elementos gráficos, representados na imagem de RA como símbolos, órgãos e tecidos, e não pela ideia de profundidade passada pela projeção. A Figura 5. 23 traz dois exemplos de imagens com projeção descendente, onde há indicação do instrumento médico. A primeira destaca o instrumento com a cor verde. Sua localização e profundidade são percebidas em relação às costelas, não por causa da projeção. Pode-se dizer o mesmo da segunda imagem, porém, nesta, a localização do instrumento se dá em relação aos órgãos representados.

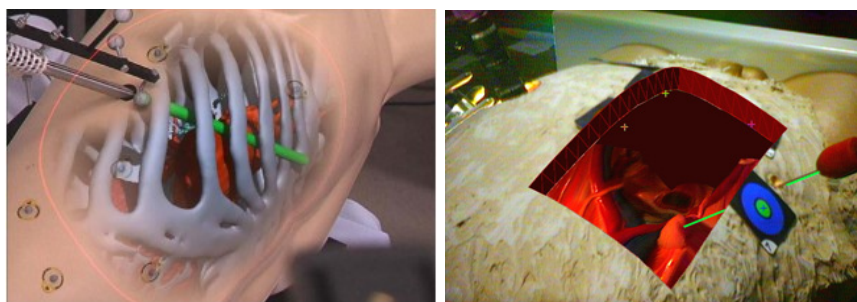


Figura 5. 23: Exemplos de projeção descendente
Fonte: ver Apêndice A

Já, as projeções ascendentes parecem facilitar a visualização das estruturas ou órgãos a que se referem pois é como se fizessem um recorte da área de interesse e a trouxesse em evidência para fora do corpo do paciente. A Figura 5. 24 mostra duas imagens da amostra que exemplificam este aspecto. A primeira representa a coluna vertebral de maneira isolada e propicia ao médico a visualização tridimensional da estrutura. A segunda imagem ressalta a estrutura vascular do fígado, evidenciando sua relação com o tumor a ser retirado (verde).

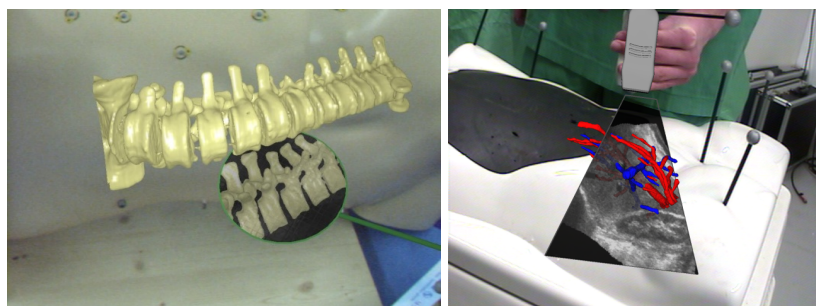


Figura 5. 24: Exemplos de imagens com projeção ascendente
Fonte: ver Apêndice A

Apesar desse recurso oferecer uma visualização mais clara das partes projetadas, Arnheim (2005) diz que diminuir as ambiguidades, estabelecendo distinções mais nítidas, contribui para simplificar a tarefa do observador. Com base nessa afirmação, questiona-se qual a contribuição da projeção ascendente na visualização da informação, considerando-se que a imagem 'saltando' para fora do corpo do paciente pode dificultar a localização dos órgãos e tecidos reais (internos) pelo médico, no momento do procedimento?

Como os resultados obtidos neste estudo indicaram apenas possibilidades de tendências encontradas na amostra, fornecendo subsídios para uma discussão exploratória do tema, não é possível obter, a partir deles, as respostas para os questionamentos levantados. Para isso, é necessário realizar estudos mais amplos.

A fim de conhecer a visão de especialistas em Design da Informação a respeito dos aspectos informacionais das imagens médicas de RA, realizou-se um estudo analítico por júri, descrito a seguir.

5.2 Resultado do estudo analítico por júri (etapa 2)

O estudo analítico por júri (Apêndice D) foi realizado de acordo com as especificações citadas no capítulo 4 desta pesquisa. Esta etapa, de caráter descritivo-avaliativo, visou à

atribuição de valores às variáveis e descrições das imagens médicas de RA, concentrando-se, portanto, nos aspectos sintáticos das representações. A análise foi realizada com base na amostra da Figura 5. 25.

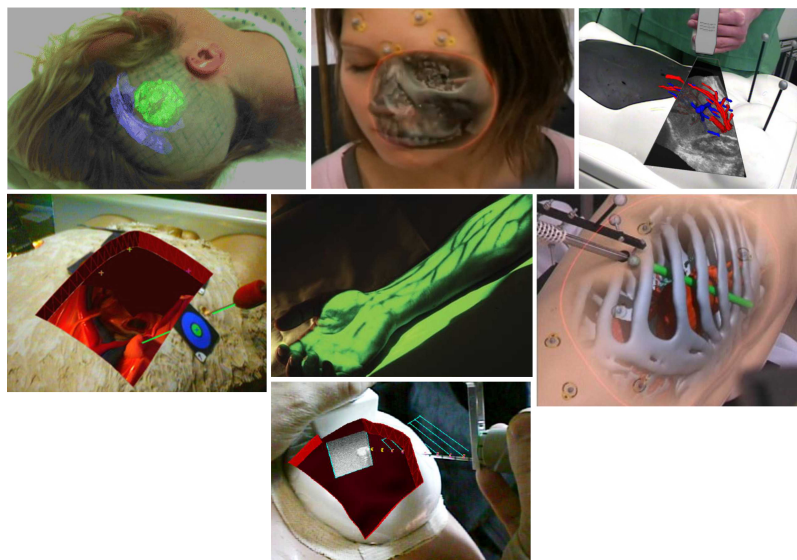




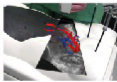
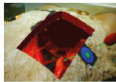

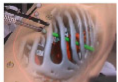
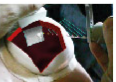
Figura 5. 25: Imagens componentes da amostra do estudo analítico por júri
Fonte: ver Apêndice A

O protocolo da análise por júri, apresentado no capítulo 4, previu um intervalo entre os valores Péssimo (1) e Ótimo (5) para julgamento das variáveis presentes em cada imagem, de acordo com sua capacidade informacional. Dessa maneira, cada um dos três especialistas analisou a amostra considerando suas impressões a respeito das informações presentes em cada figura. Os resultados obtidos são descritos a seguir.

5.2.1 Resultados da análise descritiva realizada por especialistas

Os resultados da análise realizada pelos especialistas foram divididos em Descrição e Valor. A primeira categoria refere-se à percepção dos especialistas em relação às variáveis de representação (análise gráfica). Já a segunda, diz respeito aos valores, entre Péssimo (1) e Ótimo (5) atribuídos pelos especialistas a cada uma das descrições, de acordo com a capacidade informacional de cada uma das imagens.

O Quadro 5. 12, mostra as descrições das variáveis feitas pelo Especialista 1. Estas estão distribuídas verticalmente e relacionam-se às respectivas descrições, de acordo com cada imagem no topo das colunas.

Variáveis de representação	Descrição (Especialista 1)						
	Imagem 1	Imagem 2	Imagem 3	Imagem 4	Imagem 5	Imagem 6	Imagem 7
							
Cor	policromática	monocromática	policromática	policromática	monocromática	policromática	policromática
Modo de representação	realista	realista	realista	realista, esquemático	realista	realista	realista, esquemático
Representação dimensional	3D	3D	3D	3D	2D	3D	2D, 3D
Projeção	plana	descendente	plana, ascendente	descendente, ascendente	plana	descendente	plana, descendente
Elementos simbólicos	-	-	-	ponto, linha	-	-	linhas, pontos
Elementos enfáticos	cor	-	cor	cor	-	cor	cor

Quadro 5. 12: Análise do especialista 1 referente às descrições
Fonte: a autora

Observando-se o Quadro 5. 12 é possível afirmar que para o Especialista 1 a maioria das imagens é policromática (n=5) e a totalidade delas é realista (n=7). No entanto, o mesmo considera que duas figuras são também esquemáticas (n=2). Apenas uma componente da amostra foi descrita como representação unicamente bidimensional (n=1). Outra foi descrita, simultaneamente, como bidimensional e tridimensional (n=1), enquanto as demais foram consideradas tridimensionais (n=5).

Em relação à descrição da projeção, a maioria das imagens apresentou um único tipo: plana nas imagens 1 e 5 (n=2) e descendente nas imagens 2 e 6 (n=2). De acordo com a análise do Especialista 1, as projeções ascendentes aparecem combinadas com outros tipos de projeção: ascendente + plana na imagem 3 (n=1) e ascendente + descendente na imagem 4 (n=1). A projeção descendente também aparece combinada com projeção plana na imagem 7 (n=1).

Segundo o Especialista 1, apenas as imagens 4 e 7 (n=2) apresentaram elementos simbólicos. Já, tratando-se dos elementos enfáticos, cinco imagens foram consideradas apresentando a 'Cor' como recurso de ênfase (n=5). O Especialista 1 comentou que a Imagem 5 proporcionaria informação mais clara se cores fossem empregadas para dar mais ênfase às veias. Em relação à Imagem 7, considerou exagerada a intensidade da cor vermelha utilizada nas bordas desta.

A descrição da amostra pelo Especialista 2 encontra-se no Quadro 5. 13.



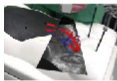
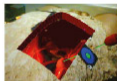



Variáveis de representação	Descrição (Especialista 2)						
	Imagem 1	Imagem 2	Imagem 3	Imagem 4	Imagem 5	Imagem 6	Imagem 7
Cor	policromática	policromática	policromática	policromática	monocromática	policromática	policromática
Modo de representação	realista	realista	realista	realista	realista	realista	realista, esquemático
Representação dimensional	3D	3D	2D	3D	3D	3D	3D
Projeção	plana	plana	plana	descendente	plana	descendente	descendente
Elementos simbólicos	-	-	-	seta, formas circulares	-	-	setas, pontos
Elementos enfáticos	cor, forma	tamanho, forma	cor	cor, forma	cor	cor	cor, linhas

Quadro 5. 13: Análise do especialista 2 referente às descrições
Fonte: a autora

De acordo com o Quadro 5. 13, afirma-se que o Especialista 2 considerou apenas a imagem 5 como monocromática ($n=1$), enquanto as demais foram descritas como policromáticas ($n=6$). Todas as imagens foram marcadas como realistas ($n=7$), com exceção da imagem 7, especificada como realista e esquemática ($n=1$). Em relação à representação dimensional, foram todas descritas como 3D ($n=6$), exceto a imagem 3, considerada 2D ($n=1$). Foram descritas projeções plana para as imagens 1, 2, 3 e 5 ($n=4$) e descendente para as imagens 4, 6 e 7 ($n=3$). O Especialista 2 considerou que apenas as imagens 4 e 7 apresentam elementos simbólicos ($n=2$), entre eles: seta, ponto e forma circular. Já os elementos enfáticos compreendem toda a amostra ($n=7$). A cor foi considerada como principal elemento de ênfase, sendo atribuída a todas as imagens ($n=6$), exceto à imagem 2, cuja ênfase, segundo o especialista, se deu pelo tamanho e pela forma. A forma foi sinalizada como elemento enfático nas imagens 2 e 4 ($n=2$), enquanto a linha foi descrita na imagem 7 ($n=1$).

O Especialista 3 tem suas descrições apresentadas no Quadro 5. 14, a seguir. O número de imagens em RA descritas como policromáticas totalizou cinco ($n=5$), enquanto duas foram marcadas como monocromáticas ($n=2$). De acordo com a percepção do Especialista 3, as imagens 1, 2 e 7 foram consideradas esquemáticas ($n=3$) e as demais, realistas ($n=4$). Dentre todas as imagens da amostra quatro foram marcadas como 3D ($n=4$) e três delas como 2D ($n=3$). A projeção variou entre plana e descendente, sendo esta relacionada às imagens 2, 4 e 6 ($n=3$). A projeção plana foi descrita nas imagens 1, 3, 5 e 7 ($n=4$). Foram apontados elementos simbólicos em todas as imagens ($n=7$), compreendendo linha, plano, ponto e área, entretanto, as primeiras apareceram em maior número. Os elementos enfáticos, segundo o Especialista 3, também aparecem na totalidade da amostra

(n=7), sendo a maioria deles descritos como cor (n=7); como forma (n=3), nas imagens 4, 6 e 7; como tamanho (n=2), nas imagens 4 e 7.

Variáveis de representação	Descrição (Especialista 3)						
	Imagem 1	Imagem 2	Imagem 3	Imagem 4	Imagem 5	Imagem 6	Imagem 7
Cor							
Modo de representação	esquemático	realista	esquemático	realista	realista	realista	esquemático
Representação dimensional	2D	3D	2D	3D	2D	3D	3D
Projeção	plana	descendente	plana	descendente	plana	descendente	plana
Elementos simbólicos	plano	linhas; áreas	linhas	linhas; ponto	linhas	linhas	linhas, planos
Elementos enfáticos	cor	cor	cor	cor, forma, tamanho	cor	cor, forma	cor, forma, tamanho

Quadro 5. 14: Análise do especialista 3 referente às descrições
Fonte: a autora

Com base nos resultados apresentados, percebe-se que houve concordâncias e discordâncias entre as análises dos especialistas. A fim de analisar mais detalhadamente os resultados, estes serão comparados aos resultados da análise feita pela autora e, então, discutidos à luz da literatura pesquisada, conforme tópico seguinte.

5.2.2 Discussão comparativa dos resultados descritivos

Nesse tópico foram comparados os resultados da análise descritiva realizada pela autora e os resultados descritivos obtidos pelos especialistas em Design. As considerações decorrentes dessa comparação serão discutidas à luz das teorias de representação e percepção visuais abordadas no capítulo 2.

Para iniciar a discussão, as análises descritivas foram reunidas em um quadro (Apêndice E), possibilitando uma visão geral dos resultados. Nas colunas relacionaram-se as escolhas dos participantes (autora + especialistas) de acordo com cada imagem de RA e as variáveis de representação. Também foi apontado o total de concordâncias em cada variável e nas imagens.

A variável **Cor** resultou em mais resultados concordantes (27 C). As análises da autora e dos três especialistas foram concordantes em todas as imagens, exceto na 2, em que um dos especialistas descreveu-a como policromática, considerando seu contorno, em

vermelho (Figura 5. 26). Nesse caso, houve uma confusão entre o que realmente é parte significativa da imagem e o que é apenas recurso para delimitá-la em relação ao suporte.



Figura 5. 26: Imagem de RA com contorno delimitador
Fonte: ver Apêndice A

Nesse sentido, Arnheim (2005) afirma que uma ilustração com propósito informativo deve omitir detalhes desnecessários à compreensão da mensagem, sem ambiguidades. Considera-se, porém, que o médico conhece melhor a imagem e seus propósitos do que os observadores que realizaram a análise. Entretanto, com base em Arnheim (2005) questiona-se: no caso de imagens com recursos gráficos empregados sem um objetivo prático, como o contorno mostrado na Figura 5. 26, quais são as possibilidades do médico confundir-se, pensando que o contorno (por exemplo) faz parte da representação anatômica do paciente?

A variável **Modo de representação** apresentou 25 concordâncias, com desacordos apenas nas imagens 1 e 5. Nas imagens 3, 4 e 7, houve diferenças nas descrições, porém não considerou-se como discordância, pois a maneira como um especialista descreveu a representação não anula a descrição feita pelos demais. Por exemplo, a autora e o Especialista 1 descreveram a imagem 4 como realista-esquemática, enquanto os outros dois a descreveram como realista apenas. Dessa maneira, todos concordam que ela é realista, apesar de alguns acharem que ela é, também, esquemática.

As imagens 2 e 6 foram descritas da mesma maneira por todos os avaliadores. Trata-se, nesse caso, de imagens com elevado grau de detalhamento que utilizam recursos de ilusão enunciados por Gombrich (1986), como gradientes de cor para representação de volume e profundidade (Figuras Figura 5. 26 e Figura 5. 27).

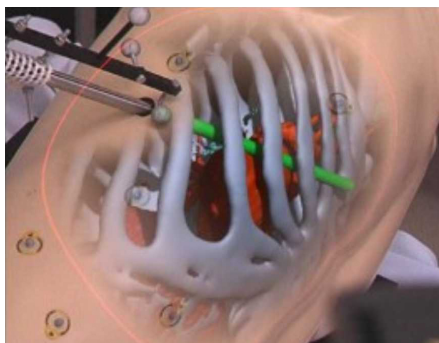


Figura 5. 27: Imagem de RA com elevado grau de detalhamento
Fonte: ver Apêndice A

As demais imagens não fazem uso tão detalhado desses recursos, o que pode ter levado às dissonâncias perceptivas apresentadas, já que os especialistas marcaram uma mesma imagem ora como realista, ora como esquemática. Segundo Goodman (2006), representações realistas não existem, uma vez que uma representação é sempre a tradução do repertório simbólico do indivíduo que a criou. Assim, segundo o autor, cada indivíduo enxerga objetos, e estabelece relações de referência com estes, de maneira única. Portanto, pode-se dizer que o fato de os participantes da análise discordarem sobre o modo de representação de uma mesma imagem, sugere que seus repertórios sobre o referente são distintos.

Em **Representação dimensional** houve 24 concordâncias, porém as únicas imagens que obtiveram descrições concordantes foram novamente as imagens 2 e 6 (Figuras Figura 5. 26 e Figura 5. 27), como na variável anterior. Isto pode ser também atribuído ao uso de recursos de ilusão (GOMBRICH, 1986) que tornam evidente a profundidade, deixando claro que se trata de uma representação tridimensional. Uma situação contrária pode ser vista na imagem 3, que obteve mais discordâncias que o restante da amostra (Figura 5. 28).

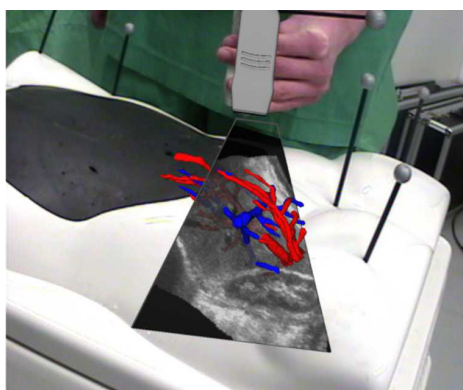


Figura 5. 28: Descrição de representação dimensional discordante
Fonte: ver Apêndice A

A imagem 3 foi marcada como 3D por dois participantes e como 2D pelos outros. Com base na Figura 5. 28, percebe-se que há sobreposição de uma imagem virtual (vasos) à imagem real (ultrassonográfica). Isto confunde a percepção da terceira dimensão, principalmente porque uma imagem transpassa a outra. Além disso, a representação dos vasos não deixa clara a representação de volume, pois o gradiente empregado é muito sutil e só aparece em algumas áreas dos vasos.

A variável **Projeção** apresentou 25 concordâncias que ocorreram, em maior número, nas imagens com projeção plana ou descendente (imagens 1, 3, 4, 5 e 6). As imagens 2 e 7 apresentaram discordâncias. A primeira (Figura 5. 29, à esquerda) foi descrita como plana por dois participantes e como descendente por outros. Observando-se a imagem, pode-se perceber que trata-se de uma representação tridimensional, que propicia a percepção de profundidade. O mesmo pode-se dizer da imagem à direita. No entanto, na segunda imagem não houve discordâncias em relação à projeção. Esta foi descrita por todos como descendente, embora, ela, assim como a primeira, apresente recursos gráficos que representam profundidade. Nesse caso, faz sentido a afirmação de Gombrich (1986) de que a “expectativa cria ilusão” (p. 176) e que o repertório mental do observador influencia na interpretação da representação. Os ossos reais da face (representados na primeira imagem) são superficiais, é possível senti-los apenas tocando o rosto com as mãos. Já os órgãos internos (segunda imagem), sabe-se que estão localizados mais profundamente. Acredita-se então, que sendo os ossos faciais superficiais, alguns observadores não consideram que a imagem tenha projeção. Ou então, sabendo-se da profundidade dos órgãos internos, interpreta-se a representação como projeção descendente, ainda que ambas as imagens possuam características gráficas similares.

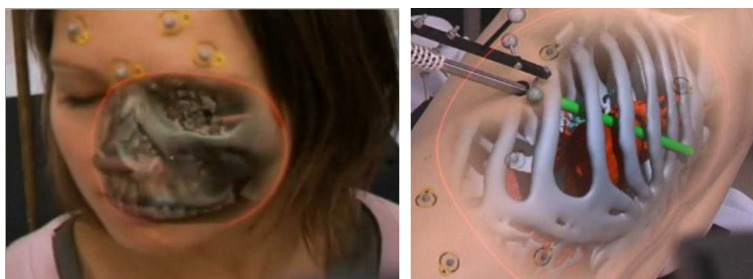


Figura 5. 29: Comparação da descrição da projeção em imagens similares
Fonte: ver Apêndice A

Sendo assim, questiona-se: em que casos a representação de projeção ascendente ou descendente pode ser empregada de modo que não confunda a percepção do usuário

(médico)? Que recursos e elementos gráficos podem contribuir para esse tipo de representação? E quais podem dificultar a percepção correta?

Os **Elementos simbólicos** apresentaram concordância apenas nas imagens 4 e 7, totalizando menos concordâncias que as outras variáveis (8 C). Tais elementos foram percebidos em cinco imagens (1, 2, 3, 5 e 6), apenas pelo Especialista 3 (Figura 5. 30). Este considerou como elementos simbólicos os planos, linhas e áreas da representação da anatomia. Os demais participantes consideraram os símbolos como informações adicionais à representação de órgãos e tecidos, por isso, não descreveram sua existência nas imagens citadas.

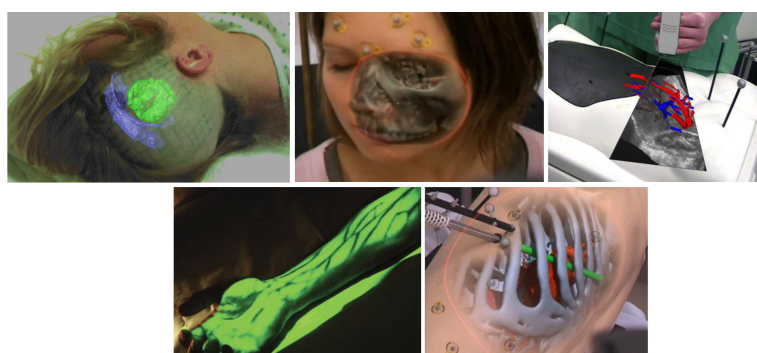


Figura 5. 30: Imagens de RA com elementos simbólicos, segundo um dos especialistas
Fonte: ver Apêndice A

Já, na imagem 4, todos descreveram a variável da mesma maneira, enquanto na imagem 7 houve discordância em uma descrição. Essas variações perceptivas podem ser explicadas de acordo com Goodman (2006). O autor coloca que cada indivíduo interpreta representações de acordo com a atribuição de valores, necessidades e interesses do observador.

Por fim, os **Elementos enfáticos** tiveram descrições concordantes (22 C) em todas as imagens, exceto na de número 2, que não teve nenhuma resposta coincidente. Considerando-se o que diz Arnheim (2005) sobre a percepção das cores e o dito por Gombrich (1986), a respeito dos recursos de ilusão, acredita-se que a ênfase se faz necessária nas imagens médicas para evitar ambiguidades, tornando as informações mais evidentes. Nesse sentido: de que maneira a ênfase pode ser melhor empregada nas imagens médicas, com vistas a evitar a ambiguidade na interpretação da representação? Quais recursos gráficos podem tornar mais clara a interpretação das imagens pelo médico?

A partir da apuração das concordâncias das descrições feitas pelos especialistas, percebe-se que a distinção da variável Cor ocorreu com mais facilidade do que as demais variáveis. Já, os elementos simbólicos foram os que apresentaram mais discordâncias,

evidenciando a dificuldade em distingui-los, pois estes dependem mais da interpretação do observador do que a distinção do número de cores.

Analisando-se o número de concordâncias por imagem, tem-se que a representação que apresentou menos ambiguidade nas descrições foi a de número 4 (Figura 5. 31), totalizando 24 concordâncias. As descrições não divergiram em nenhuma das variáveis.

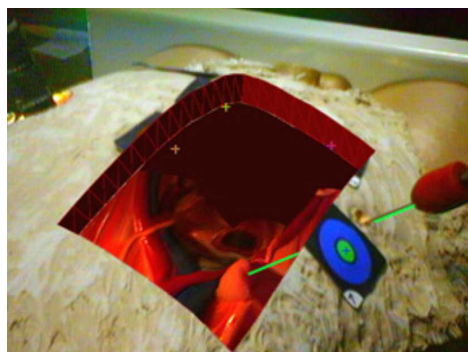


Figura 5. 31: Imagem com mais concordâncias descritivas
Fonte: ver Apêndice A

Acredita-se que a conformidade das descrições na imagem 4 tenha se dado devido a alguns fatores representativos que propiciam a não ambiguidade, são eles: pouca variedade de cores; uso de gradiente de cor dando ideia de profundidade; representação de perspectiva na borda da imagem, simulando uma cavidade; elementos simbólicos contrastados; elementos da representação com diferentes texturas.

Em contrapartida, a imagem que apresentou menos concordâncias (13 C) foi a de número 2 (Figura 5. 26). As divergências ocorreram nas variáveis *cor*, *projeção*, *elementos simbólicos* e *enfáticos*. O fato das descrições das variáveis terem apresentado resultados diferentes para uma mesma imagem, não significa a fragilidade na elaboração das variáveis analíticas, já que estas conseguiram abordar todas as características pictóricas da amostra. Entretanto, acredita-se que essas dissonâncias vão ao encontro das teorias de Arnheim (2005) e Gombrich (1986) que afirmam que a percepção se dá com base no repertório visual de cada indivíduo e é influenciada pelas expectativas de cada observador (GOMBRICH, 1986).

5.2.3 Resultados da análise avaliativa realizada pelos especialistas

A atribuição de valores às variáveis descritas se deu através de classificações entre péssimo e ótimo. Dessa maneira, os especialistas puderam julgar cada aspecto, por meio de números

de 1 a 5 relacionados aos seguintes conceitos: péssimo (1); ruim (2); razoável (3); bom (4); ótimo (5).

Os resultados obtidos pelos Especialistas foram expostos em um quadro (Apêndice F). Neste, as descrições relacionam-se às imagens a que se referem (coluna) e ao valor àquelas atribuído (linha), assim como a média avaliativa por imagem e por variável.

A partir do quadro, obteve-se uma visão geral das análises, no que diz respeito à avaliação das variáveis. Os resultados foram abordados separadamente, por variável. A fim de obter-se uma conclusão a respeito da avaliação, foi feita a média aritmética das pontuações (de 1 a 5) atribuídas a cada variável e a cada imagem. A média máxima pode ser 5 e a mínima, 1. Sendo assim, para obter-se um resultado qualitativo, as médias foram convertidas em conceitos, de acordo com os seguintes parâmetros: avaliação positiva (entre 5 e 4); avaliação razoável (entre 3,9 e 3); avaliação negativa (entre 2,9 e 1).

Variável Cor

A avaliação da variável Cor não apresentou resultados homogêneos. As imagens monocromáticas receberam, proporcionalmente, classificações mais baixas que as policromáticas. As monocromáticas foram marcadas com os conceitos Ótimo (5) (n=2), Ruim (2) (n=2) e Péssimo (1) (n=1). As classificações negativas, segundo os especialistas, ocorreram quando as cores não propiciavam a clara distinção das formas ou quando foi percebido contraste muito intenso.

Já, as policromáticas foram classificadas como Razoável (3) (n=3), Ruim (2) (n=1) e Péssimo (1) (n=1) quando apresentaram cores muito intensas e contrastantes (como nas imagens 1, 3, 6 e 7). Nas demais, a avaliação ficou entre Ótimo (5) (n=7) e Bom (4) (n=4).

Sendo assim, de acordo com as médias obtidas, tem-se as imagens policromáticas como positivas (m= 4,4) e as monocromáticas, como razoáveis (m= 3).

Variável Modo de Representação

As imagens descritas como puramente esquemáticas receberam avaliação Bom (4), já as imagens consideradas híbridas (realistas e esquemáticas) foram classificadas como Bom (4) por um dos especialistas, na imagem 4, e julgada Péssima (1) e Ruim (2) pelos outros dois, na imagem 7. Essas duas imagens (Figura 5. 32) têm em comum o uso de cores saturadas, como o verde, o azul e o vermelho, com predomínio do último.

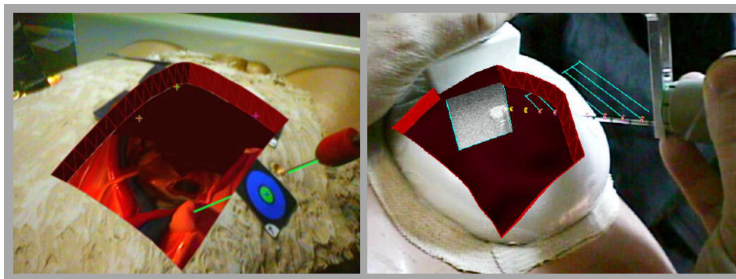


Figura 5. 32: Imagens de RA com cores saturadas
Fonte: ver Apêndice A

As imagens consideradas realistas receberam classificações variadas. As que foram marcadas como Péssimo (1) ou Ruim (2) têm como característica comum o uso de cores saturadas e formas diversas, como exemplos na Figura 5. 33 que correspondem, respectivamente, às imagens 1, 4 e 7 da amostra.



Figura 5. 33: Imagens de RA realistas com avaliação negativa
Fonte: ver Apêndice A

Ao contrário das imagens anteriores, o predomínio de classificações positivas incidiu nas imagens com pouca variação de formas e menos diferenciação de cores, conforme as imagens 2, 3 e 6 (Figura 5. 34).

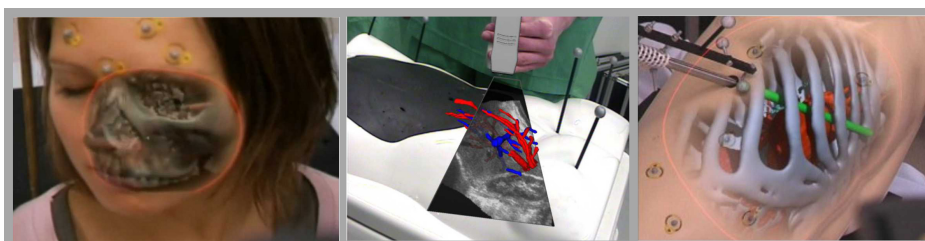


Figura 5. 34: Imagens realistas com classificações positivas
Fonte: ver Apêndice A

A média demonstrou que, tanto as imagens realistas quanto as esquemáticas, receberam avaliação razoável, com médias 3. Assim, obteve-se imagens realistas com classificações positivas e negativas. O mesmo ocorreu com as representações esquemáticas.

Variável Representação Dimensional

As imagens 2D tiveram classificações positivas como Ótimo (5) (n= 3), Bom (4) (n= 1) e Razoável (3) (n= 1). As imagens 3D, por sua vez, tiveram classificações bem variadas. Houve cinco incidências de Péssimo (1) (n= 5), nas imagens 1, 4, 5 e 7 que possuem como característica comum o uso de cores saturadas, como vermelho e verde, e em duas delas há projeção descendente (Figura 5. 35).

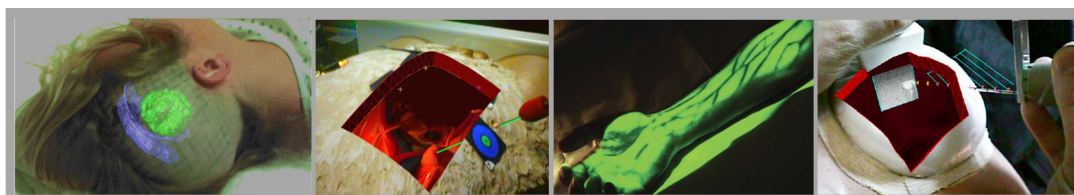


Figura 5. 35: Imagens de RA tridimensionais com avaliação negativa
Fonte: ver Apêndice A

Já, as imagens 3 e 7 foram marcadas uma vez como Razoável (3) (n= 1) e Ruim (2) (n=1), respectivamente. A avaliação Bom (4) incidiu três vezes (n= 3) nas imagens 2 e 6. Enquanto as imagens 2, 4 e 6 totalizaram cinco classificações Ótimo (5) (n= 5). Nessas três imagens se pode observar como característica comum o uso de gradientes de cor bem estabelecidos para representar volume e profundidade (Figura 5. 36). Pode-se perceber, comparando-se a figura seguinte com a anterior, que uma das imagens se repete, pois a mesma recebeu duas classificações Ótimo (5) e uma avaliação Péssimo (1).

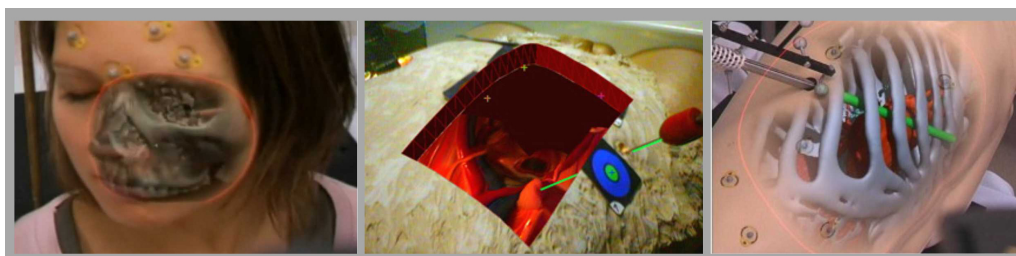


Figura 5. 36: Imagens de RA tridimensionais com avaliação positiva
Fonte: ver Apêndice A

Ainda que a média das imagens bidimensionais ($m=3,8$) tenha sido mais alta que a das tridimensionais ($m=3$), ambas as representações dimensionais foram classificadas como razoáveis, indicando que houve opiniões discordantes sobre a variável, em relação à amostra, e sua capacidade de informar claramente.

Variável Projeção

A projeção plana foi classificada majoritariamente como Razoável (3) ($n=3$). Houve duas incidências para Péssimo (1) ($n=2$), Ruim (2) ($n=2$), Bom (4) ($n=2$) e apenas uma para Ótimo (5) ($n=1$). A Imagem 5 foi a que apresentou maior dissonância na avaliação, apresentando marcações Péssimo (1) e Ótimo (5) ao mesmo tempo.

As classificações relacionadas à projeção descendente foram positivas em sua maioria. O conceito Ótimo (5) incidiu cinco vezes ($n=5$), enquanto Bom (4) apareceu uma vez ($n=1$). Houve apenas uma incidência de Ruim (2) ($n=1$) e uma de Péssimo (1) ($n=1$). Ambas as imagens que apresentaram classificações negativas (imagens 4 e 7) possuem um fundo escuro, indefinido, dando a impressão de profundidade.

As imagens 3, 4 e 7, híbridas (Figura 5. 37), receberam classificações Razoável (3) ($n=2$) e Péssimo (1) ($n=1$).

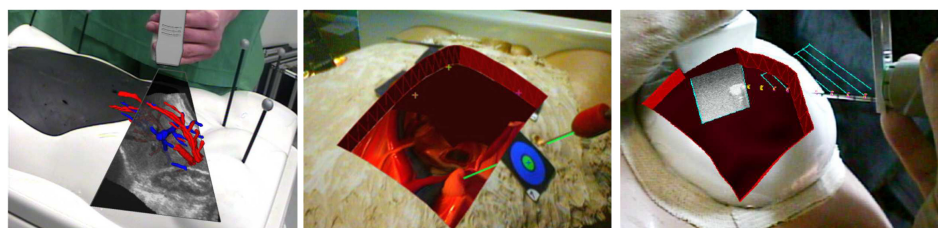


Figura 5. 37: Imagens de RA com projeção híbrida e avaliação negativa
Fonte: ver Apêndice A

Considerando-se as médias gerais, pode-se afirmar que a projeção híbrida (plana + ascendente) e a plana obtiveram classificações negativas (plana: $m=2,8$; híbrida: $m=2$). Já as projeções ascendente e descendente foram classificadas como razoáveis ($m=3$ e $m=3,8$, respectivamente).

Variável Elementos Simbólicos

As classificações para os elementos simbólicos identificados foram positivas, com exceção das imagens 2, 6 e 7 (Figura 5. 38) que obtiveram conceitos Ruim (2) ($n=2$) e Péssimo (1)

(n=1). Nas demais imagens a avaliação ficou entre Bom (4) (n=7) e Ótimo (5) (n=1). Entre os elementos que receberam as melhores classificações estão: forma circular/ ponto; linha.

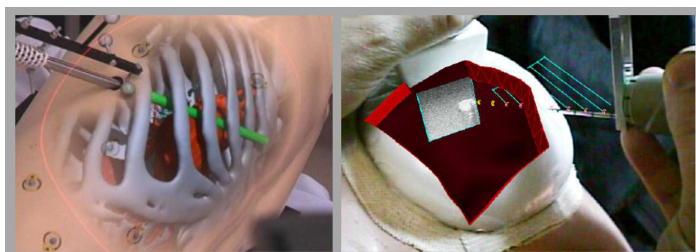


Figura 5. 38: Imagens de RA com elementos simbólicos e avaliação negativa
Fonte: ver Apêndice A

A partir da média calculada tem-se que os planos/ áreas, mencionados pelo Especialista 3, receberam avaliação Razoável (m= 3,3). Os elementos Forma circular/ ponto e Linha obtiveram, respectivamente, as médias 3,6 e 3,4 que correspondem à avaliação Razoável.

Variável Elementos Enfáticos

A maioria dos elementos enfáticos recebeu a avaliação Ótimo (5) (n= 7), seguida por Bom (4) (n= 5) e Péssimo (1) (n= 3). Os conceitos Razoável (3) e Ruim (2), incidiram duas vezes (n=2) cada um.

Um dos especialistas mencionou que os elementos da imagem 1 são muito enfáticos, porém, pouco explicativos. O mesmo também comentou haver contraste cromático excessivo na imagem 4. Os elementos enfáticos receberam melhores classificações na Imagem 6 (Figura 5. 38 à esquerda), enquanto as piores ocorreram na Imagem 7 (Figura 5. 38 à direita).

Síntese da análise avaliativa

Compilando-se os resultados das médias das variáveis, pode-se afirmar que a projeção plana + ascendente foi a que recebeu a pior pontuação, sendo classificada como negativa, assim como a projeção plana e o elemento enfático forma/linhas, que tiveram médias iguais (m=2,8). A variável com maior média foi a policromática (m= 4,4), seguida pelo elemento simbólico plano (m= 4). Estas foram as únicas variáveis classificadas como positivas.

A quantidade de variáveis com avaliação razoável demonstra a divergência de opiniões entre os especialistas e indica que uma variável apenas não é determinante para classificar uma imagem como boa ou má condutora da informação, mas sim outros recursos gráficos agregados a ela, ou seja, um conjunto de variáveis.

Calculando-se a média aritmética de cada umas das imagens analisadas, pode-se afirmar que, do ponto de vista informacional, a pior delas é a imagem 7 ($m= 2,2$), segundo os especialistas (Figura 5. 39).



Figura 5. 39: Imagem com a avaliação mais negativa
Fonte: ver Apêndice A

A imagem 7 obteve piores classificações nas variáveis: modo de representação (realista-esquemático); representação dimensional (3D); projeção (plana e descendente). De acordo com os especialistas, os fatores que contribuíram para tal foram: o excesso de saturação de cores (como nas bordas) e a ambiguidade provocada pela representação de perspectiva descendente com sobreposição de uma imagem plana (ultrassonográfica).

Para Arnheim (2005), a relação entre as partes de uma representação afetam o reconhecimento pelo observador. Entre os aspectos que formam o todo da imagem em questão estão: sobreposição, linhas, perspectiva e cores. Segundo o autor, a decisão sobre os recursos de uma representação devem depender do objetivo da imagem. Considerando-se que na imagem 7 o objetivo é localizar o alvo da biópsia, percebe-se que a intensidade excessiva de vermelho nas bordas da imagem, bem como a representação de profundidade não agregam informação à imagem, ao contrário, desviam a atenção de seu alvo.

A imagem com a maior média de avaliação foi a 6 ($m= 4,3$), apresentada na Figura 5. 40. As melhores classificações ocorreram nas seguintes variáveis: representação dimensional, projeção e elementos enfáticos. Em relação à tridimensionalidade pode-se dizer que foram usados recursos gráficos nítidos para que o observador perceba a profundidade. Entre eles, pode-se citar o gradiente, a sobreposição de elementos e as

sombras projetadas. Esses recursos contribuíram também para que a projeção fosse percebida como descendente.

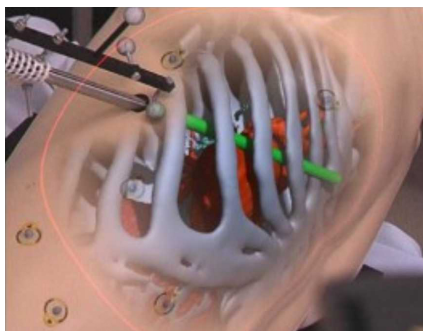


Figura 5. 40: Imagem com a avaliação mais positiva
Fonte: ver Apêndice A

O uso do branco e de cores complementares (vermelho e verde), além da textura, contribuíram para a diferenciação dos diversos elementos da imagem e para a distinção entre figura e fundo. Esta propriedade é importante, segundo Arnheim (2005), pois propicia a clara percepção da representação, evitando ambiguidade. Outros aspectos como a sobreposição e o gradiente também contribuem para a correta percepção da imagem.

5.3 Sumarização e perspectivas

Este capítulo abordou as análises realizadas pela autora e pelo júri, formado por especialistas em Design da Informação.

A análise pela autora propiciou a identificação de tendências e características das representações médicas em RA. A partir de então, foram identificadas variáveis que podem favorecer ou dificultar o processo de informação entre médico e imagem.

Conseqüentemente, surgiram questionamentos que auxiliaram a autora no delineamento de outras etapas da pesquisa, como as entrevistas com médicos usuários e não usuários de RA (etapa 3).

A análise por júri chamou atenção para a variação que ocorreu na percepção das imagens de RA pelos especialistas, bem como na avaliação atribuída a cada variável. Isto vai ao encontro do pensamento de Gombrich (1986) que afirma que o repertório visual, bem como as expectativas do observador, influenciam o modo como a imagem é percebida.

Considera-se relevante destacar que a imagem que recebeu a avaliação mais negativa, apresentou excesso de saturação de cores e ambiguidade. Já a que recebeu a mais positiva apresentou recursos gráficos nítidos e clara distinção entre os elementos da

representação. A análise avaliativa é retomada no capítulo 7, onde é comparada e discutida junto aos resultados das entrevistas com os médicos.

A próxima etapa da pesquisa consistiu em entrevistas com médicos (etapa 3). Estas contribuíram com esse estudo trazendo para a discussão as perspectivas de um médico usuário da RA e outros dois médicos não usuários, acerca de algumas imagens da amostra, bem como de questionamentos já pontuados pela autora.

Capítulo 6

Resultados comparativos das entrevistas com médicos

Neste capítulo são apresentados os resultados das entrevistas (semiestruturadas) conduzidas com três especialistas médicos sobre o uso de RA em procedimentos médicos (conforme item 4.2.3). As entrevistas objetivaram conhecer as perspectivas e opiniões dos médicos usuários e não usuários de imagens médicas em RA a respeito das mesmas. A primeira entrevista a ser apresentada foi realizada com médico usuário de imagens médicas em RA, o angiologista Dr. Kasuo Miyake (São Paulo). Enquanto as demais entrevistas foram conduzidas com dois médicos não usuários da RA, o angiologista Dr. Stanichski (Curitiba) e o cancerologista e radioterapeuta Dr. Pizzatto (Curitiba). Vale salientar que: (a) o Dr. Miyake, até então, é um dos únicos médicos a empregar a tecnologia de RA no Brasil; (b) para otimizar a comparação entre os resultados foram escolhidos dois médicos com mesma especialidade – angiologia (Dr. Miyake e Dr. Stanichski); e (c) para ampliar o escopo do entendimento do tema, um dos médicos entrevistados é especialista em tratamento de tumores por imagem (Dr. Pizzatto), cuja área de atuação coincide com os diversos casos de câncer em que a RA vem sendo experimentada no mundo.

As entrevistas foram realizadas nos consultórios dos entrevistados, fazendo-se uso de um computador, onde foram apresentadas as imagens da amostra, e de *software* de gravação de som e imagem (*Screenflow*). As entrevistas seguiram roteiros (Apêndice B) com perguntas abertas e fechadas, sendo algumas das questões ilustradas por imagens de RA (Figura 6. 1) apresentadas na tela do computador durante a conversa, de modo a exemplificar o que estava sendo perguntado e/ou incentivar a reflexão dos entrevistados sobre o tema.

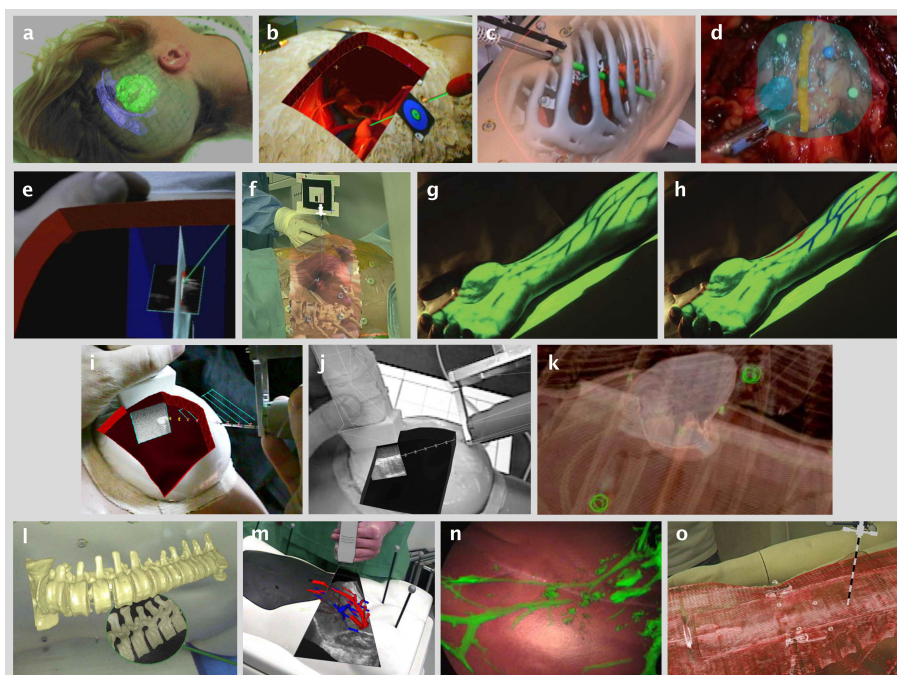


Figura 6. 1: Imagens de RA apresentadas durante as entrevistas
Fonte: ver Apêndice A

Os resultados das entrevistas foram analisados qualitativamente e comparados entre si, sendo discutidos à luz da literatura abordada no capítulo 2. Posteriormente, foram confrontados com os resultados das análises avaliativas realizadas pelos especialistas em Design. As entrevistas podem ser ouvidas na íntegra na mídia disponível no Apêndice G.

6.1 Entrevista com médico usuário de imagens em RA

O entrevistado - angiologista Dr. Kasuo Miyake - atua na cidade de São Paulo e utiliza a RA em diagnósticos e cirurgias desde 2005. Para isso faz uso de RA espacial, com o aparelho chamado *VeinViewer* que capta a localização das veias por raios infravermelhos e projeta a imagem alinhada, em tempo real, sobre o corpo do paciente. A Figura 6. 2a apresenta a imagem captada pelo *VeinViewer* e projetada por ele sobre a pele, revelando as veias da mão. A Figura 6. 2b mostra a fotografia tirada na ocasião da entrevista em que aparecem o *VeinViewer* projetando a imagem das veias da entrevistadora (autora da pesquisa) sobre seu braço, junto ao Dr. Miyake.

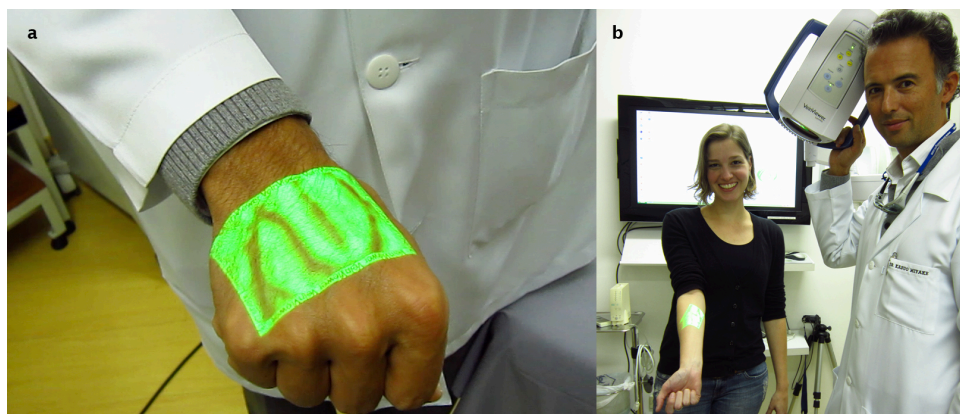


Figura 6. 2: RA espacial com VeinViewer
 Fonte: imagens captadas durante entrevista (2011)

Segundo o entrevistado, esse aparelho foi criado originalmente para visualização das veias do braço, para coleta de sangue em bebês e em pessoas que fazem quimioterapia e que, por isso, têm as veias ressecadas. Nas duas situações, a localização das veias é difícil a olho nu e o *VeinViewer* tinha como proposta inicial auxiliar nesse processo. Até então não se havia pensado em utilizar tal aparelho para o tratamento de varizes. Foi então que o entrevistado, ao ler uma reportagem sobre o inventor da máquina, entrou em contato com ele, em 2005, e desde então o aparelho é utilizado para o tratamento de varizes em sua clínica, em São Paulo.

Ao ser questionado sobre as vantagens de se usar a RA em seus procedimentos, o entrevistado comentou sobre a melhora obtida na classificação das veias e no direcionamento do laser durante o tratamento.

Após essa conversa introdutória foram mostradas algumas imagens de RA constituintes da amostra que foram vinculadas a perguntas sobre aspectos sintáticos, semânticos e pragmáticos, conforme protocolo já mencionado.

Ao mostrar-se a Figura 6. 3, perguntou-se se a **intensidade de cores** e a representação de tridimensionalidade afetam positiva ou negativamente a interpretação do médico. Como resposta o entrevistado disse que a intensidade de cores não apresenta problemas, pois o *VeinViewer* utilizado por ele, também apresenta uma cor muito viva e, ainda assim, gera ótimos resultados. Em relação à **tridimensionalidade**, o entrevistado considera que o cirurgião que usará essa tecnologia será um médico com experiência e que, portanto, saberá situar-se na imagem 3D. Segundo ele, uma imagem bidimensional exige que se conheça muito mais a anatomia para que se imagine os parâmetros envolvidos no processo do que uma imagem 3D que já traz essas informações mais aproximadas. Dessa

maneira, o entrevistado acredita que a representação tridimensional propicia que o cirurgião visualize melhor, e que a RA realmente facilita o uso dos instrumentos médicos.

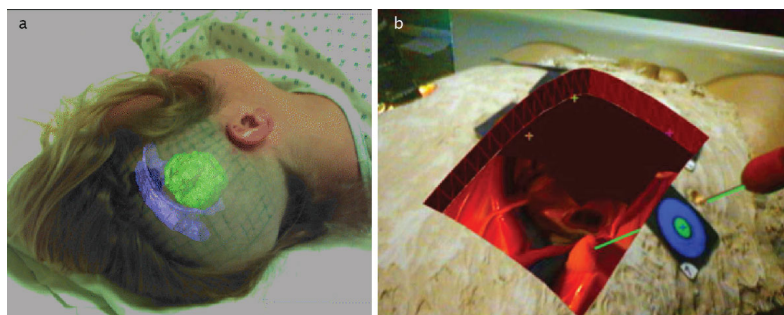


Figura 6. 3: Exemplos de imagens em RA tridimensionais com cores intensas
Fonte: ver Apêndice A

Perguntado sobre a influência das características do **suporte da imagem**, no caso a pele do paciente, o entrevistado comentou que, tendo como referência sua experiência com o *VeinViewer*, a cor e a textura da pele não influenciam na percepção da imagem, mas que uma pele mais espessa pode tornar a visualização da veias mais difícil.

Questionou-se também se o entrevistado considera interessante que uma imagem de RA possua **informações além da representação projetada**, com algumas marcas como mostra a Figura 6. 3b. Essas marcas poderiam informar quantos milímetros o instrumento médico deveria perfurar ou outras informações textuais, esquemáticas ou numéricas. Em resposta Dr. Miyake afirmou que isso facilitaria a interface entre o radiologista e o médico que solicitou o exame, pois tornaria mais claro e preciso o resultado. Completou exemplificando com um caso em que a marcação do médico em um exame prévio indica que a incisão deveria ser de 5mm. Se esta informação estiver incorporada na imagem de RA, o médico não precisará recorrer ao exame (papel) para obter essa informação no momento do procedimento.

Foram mostradas algumas **imagens esquemáticas** ao entrevistado (Figura 6. 4) e, então, perguntou-se se ele acredita que sejam tão eficientes quanto as imagens realistas na transmissão da informação ao médico. Para o entrevistado, tanto melhor a imagem quanto mais definida e realista ela for.

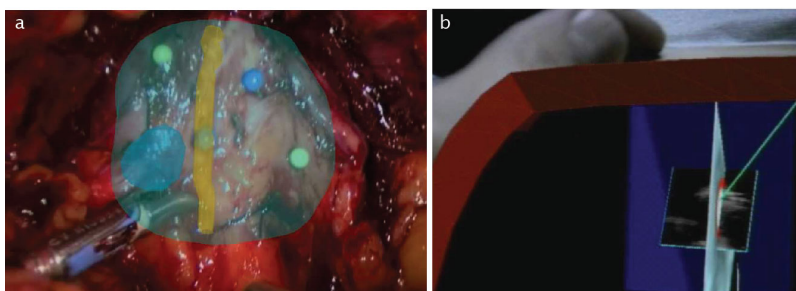


Figura 6. 4: Exemplos de imagens de RA esquemáticas
Fonte: ver Apêndice A

Colocou-se a possibilidade de utilização de **cor para indicar diferentes profundidades**, com base na Figura 6. 5, e questionou-se se o entrevistado considera isso interessante, se acha que facilitaria o procedimento ou se seria indiferente. Segundo o entrevistado, o colorido é sempre muito mais fácil de visualizar do que o preto e branco. Voltando sua resposta para a área de sua especialidade, comentou que seria interessante que conforme a veia fosse mais profunda, fosse ficando mais escura e quanto mais rasa, mais clara. Isso facilitaria a injeção da agulha, em sua opinião.

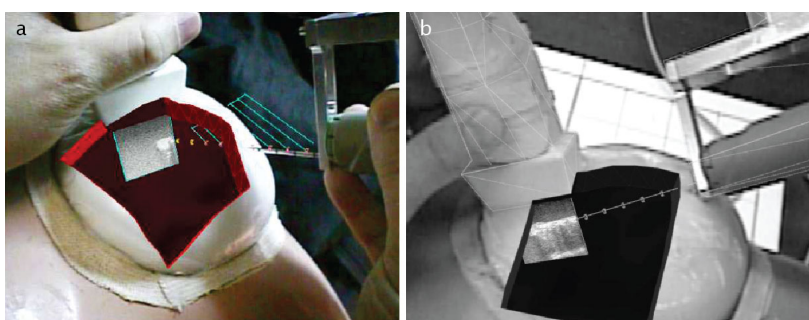


Figura 6. 5: Exemplos de imagens em RA com cores e preto e branco
Fonte: ver Apêndice A; State *et al.* (2003)

Foram mostradas as imagens da Figura 6. 6 como exemplos de imagens de RA com projeção. A partir delas perguntou-se da possibilidade da **projeção ascendente ou descendente** confundir o médico durante o procedimento. O entrevistado, então, mencionou o problema da paralaxe¹⁰ quando o procedimento é mais profundo e que em casos de procedimentos mais superficiais esse problema não existe significativamente. Em relação à Figura 6. 6a, considerou interessante a possibilidade de visualizar também a deformidade do paciente, os parâmetros envolvidos e observar dois ângulos ao mesmo tempo. O Dr. Miyake considera a visualização de áreas superficiais mais fácil com a

¹⁰ Paralaxe é a mudança aparente da posição de um objeto observado ocasionada pela mudança de posição do observador (LINDENSCHMIDT, 2011).

utilização de RA espacial. No caso de objetos mais profundos, recomenda um *video see-through* HMD para evitar a paralaxe, pois com esse dispositivo, mesmo se o usuário mover sua cabeça, a imagem se moverá alinhada ao seu movimento. Dessa maneira o plano de ação coincidirá com o plano de visão do médico.

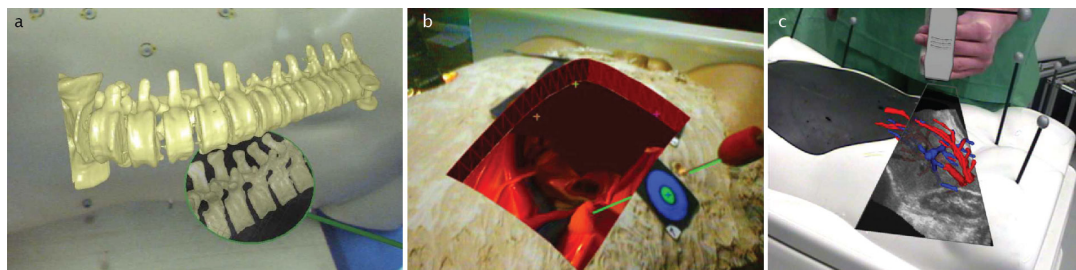


Figura 6. 6: Imagem em RA com projeção (coluna vertebral)
Fonte: ver Apêndice A

Ao ser questionado sobre que outras **contribuições a RA poderia trazer à medicina e o que poderia ser melhorado**, Dr. Miyake ressaltou a importância da informação para o médico. Nesse sentido, considera interessante que a RA propiciasse ao médico obter informações relacionadas à anatomia simultaneamente ao atendimento do paciente e alinhadas ao seu campo de visão. Como exemplo, citou que ao usar óculos especiais ele poderia apalpar o braço do paciente e no mesmo instante receber informações sobre o músculo tocado. Ou então, poderia auxiliar na prescrição de medicamentos. Por exemplo, ao direcionar os olhos para uma região específica o médico já receberia informações sobre indicações medicamentosas para tal área do corpo. Ainda, a RA poderia trazer ao médico, no momento do procedimento, informações que ele não precisa decorar, como por exemplo os protocolos de hospitais ou até mesmo de estudos científicos recentes. Isso poderia ser feito tanto por imagem quanto por áudio, segundo o Dr. Miyake.

O entrevistado ressaltou ainda a importância de se preservar o lado humano na relação médico-paciente. Nesse sentido, mencionou que atender o paciente utilizando um HMD, por exemplo, pode levar à perda de empatia.

Síntese da entrevista: pontos relevantes

Dentre a informações e opiniões dadas pelo entrevistado, considerou-se como as que mais contribuem com este estudo as seguintes:

- imagens coloridas são mais fáceis de visualizar;
- a representação tridimensional propicia que o cirurgião enxergue melhor;

- a RA realmente facilita o uso dos instrumentos médicos;
- a cor e a textura da pele não influenciam na percepção da imagem;
- a utilização de marcas informacionais nas imagens de RA poderia facilitar o entendimento do resultado de um exame pelo médico, uma vez que este, não é radiologista;
- quanto mais realistas e definidas forem as imagens, melhor;
- a indicação de elementos iguais em profundidades diferentes poderia ser enfatizada pela saturação da cor, sendo mais escuro quanto mais profundo estiver.

Já em relação às suas expectativas e às possíveis melhorias quanto ao uso dessa tecnologia na medicina, o entrevistado destacou:

- receber informações sobre uma área específica da anatomia do paciente no instante em que a examina;
- ser informado a respeito de medicamentos a prescrever para uma certa parte do corpo, assim que direcionar seus olhos para esta;
- oferecer informações ao médico no momento do procedimento, relacionadas a protocolos de hospitais ou a estudos científicos recentes;
- tais informações poderiam ser disponibilizadas por imagem ou em áudio.

As informações obtidas com essa entrevista foram confrontadas, posteriormente, com as contribuições das entrevistas com médicos não usuários da RA, que são apresentadas a seguir.

6.2 Entrevistas com médicos não usuários da RA

Conforme mencionado anteriormente, nesta etapa foram entrevistados dois médicos não usuários da tecnologia da RA. Com isso, procurou-se saber quais as suas impressões a respeito dos aspectos informacionais das imagens da amostra, bem como suas perspectivas a respeito do uso dessa tecnologia na medicina.

6.2.1 Entrevista com Dr. Stanicheski

O entrevistado é médico há vinte e um anos e atua na especialidade de Angiologia há dezessete. Faz uso constante de imagens digitais em procedimentos de diagnóstico, desde o raio-X, que atualmente dispensa a chapa, até ecografia, tomografia, angiotomografia e angioressonância. Também faz uso de imagens digitais em procedimentos como cirurgias arteriais e venosas.

Ao ser perguntado se chegou a praticar a medicina sem o auxílio das imagens digitais, o entrevistado comentou que sim e ressaltou que a medicina brasileira tem uma característica muito própria, que é agregar novas tecnologias sem dispensar as antigas. Citou como exemplo, que apesar de se usar exames de diagnóstico por imagem avançados como ressonância magnética e PET/CT¹¹, não se dispensa o uso do eletrocardiograma ou do esfigmomanômetro (aparelho para medir pressão).

Questionou-se então, quais as **vantagens ou desvantagens do uso de imagens digitais**, em relação aos métodos analógicos. Como desvantagens na utilização das imagens digitais, Dr. Stanicheski pontuou o custo e a disponibilidade das tecnologias envolvidas com tais imagens, bem como a necessidade de familiarização e habilidade para interpretá-las. Disse também, que essa preferência é relativa, pois existem excelentes clínicos que utilizam apenas a mão, o estetoscópio e o esfigmomanômetro. Assim como existem excelentes médicos que dependem exclusivamente de ressonância magnética, tomografia computadorizada etc. Concluiu, então, que a decisão do uso por um ou outro método é uma questão de familiarização e da viabilidade do paciente.

Ao ser perguntado se já **conhecia ou tinha ouvido falar sobre a RA**, o entrevistado contou que já conhecia superficialmente essa tecnologia através de aparelhos destinados à sua especialidade médica, como o *VeinViewer* e o *AccuVein* (Figura 6. 7). Também, por meio de materiais publicitários que fazem uso da RA. Depois das perguntas gerais iniciais, foram feitos questionamentos relacionados a imagens específicas, relacionando a percepção das características sintáticas das imagens à sua utilização pelo médico.

¹¹ PET/CT é um sistema formado por um PET (tomógrafo por emissão de pósitrons) acoplado a um CT helicoidal (tomografia computadorizada helicoidal) que possibilita a fusão das imagens metabólicas do PET às imagens anatômicas do CT (CAMARGO, 2005).



Figura 6. 7: AccuVein

Fonte: <http://www.photonics.com/Article.aspx?AID=35886>

Com base na Figura 6. 3, questionou-se como a **projeção das imagens em RA no corpo do paciente**, que é tridimensional, pode afetar a interpretação das mesmas pelo médico, em que circunstâncias isso pode acontecer e por quais motivos. O médico acredita que depende da circunstância em que ocorre essa visualização. Segundo ele, a ideia de tridimensionalidade vai depender da posição do observador em relação à imagem, pois duas pessoas em posições diferentes terão percepções distintas da mesma imagem. Com isso, afirma que pode ser de grande auxílio, assim como pode trazer dificuldade com relação à participação de mais de um observador simultâneo durante o procedimento. Exemplifica tal afirmação citando uma cirurgia laparoscópica em que todos os profissionais participantes do procedimento veem a mesma imagem no monitor, ou seja, a ideia de profundidade é a mesma para todos. Porém, pensa que a projeção sobre o próprio paciente talvez possa dificultar nesse aspecto.

Sobre a **representação de profundidade** em algumas imagens médicas em RA, o Dr. Stanicheski afirmou que quanto mais informação lhe for fornecida, melhor. Segundo ele, esse recurso gráfico pode auxiliar na explicação ao paciente, assim como para imaginar a que distância está uma coisa de outra, pois é muito melhor olhar uma imagem com a noção de tridimensionalidade e profundidade do que a imagem achatada da tomografia. No entanto, coloca a importância da adaptação e do conhecimento do médico ao tipo de imagem, de método e de tecnologia. E complementa dizendo que, se fosse dado a ele o *VeinViewer* sem que nunca tivesse mexido em tal aparelho, provavelmente teria dificuldades em regulá-lo para as suas necessidades.

Perguntou-se ao Dr. Stanicheski se considera interessante que uma imagem de RA possua informações além da representação projetada, com **elementos simbólicos** como mostra a Figura 6. 3b. Símbolos, estes, que poderiam informar quantos milímetros o instrumento médico deveria perfurar ou outras informações textuais, esquemáticas ou

numéricas. Em resposta o médico afirmou que as informações de profundidade, de localização ou alvo do instrumento são interessantes, desde que sejam estabelecidas em tempo real. Acredita que imagens congeladas, construídas e marcadas com antecedência, não sejam confiáveis no caso de órgãos que podem ter seu tamanho e localização alterados de um dia para o outro, é o caso do intestino, estômago etc.

Sobre as contribuições informacionais de **representações realistas e esquemáticas** durante o procedimento médico, o Dr. Stanichski acredita que cada tipo de imagem será mais adequada a situações específicas. Se o procedimento exigir um corte ou uma perfuração, a informação esquemática pode ser suficiente, exemplificou o médico. Já, para cirurgias de nódulo de pulmão ou coronária, por exemplo, quanto mais detalhes a imagem oferecer, melhor. Com isso, Dr. Stanichski pensa que não é uma questão de um tipo de representação ser melhor do que outro, mas que cada um pode ser adequado à necessidade e à complexidade do procedimento. E afirma que quanto mais simples este for, menor é a necessidade de informações detalhadas e, por sua vez, quanto mais complexo, maior é a necessidade de detalhes, de mais informações.

Em seguida, com base nas Figuras Figura 6. 8 e Figura 6. 9, perguntou-se ao médico qual a sua opinião sobre o uso de **imagens policromáticas e monocromáticas** auxiliares no procedimento médico e em que situações uma pode ser mais favorável do que outra. Novamente o Dr. Stanichski afirmou que a adequação de um ou outro tipo de imagem, dependerá da circunstância em que ela é empregada. Destacou que na Figura 6. 8, não há muito a agregar com a utilização de cores. Já na Figura 6. 9, caso o aparelho tenha capacidade de captar veias e artérias, por exemplo, seria interessante a policromia. Entretanto, se o aparelho mostrar apenas veias, como no caso do *VeinViewer*, não há necessidade de uso da policromia.

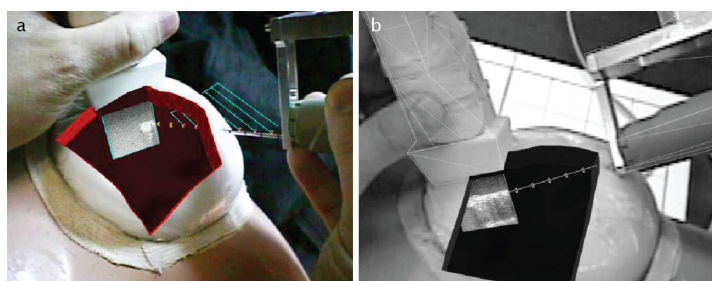


Figura 6. 8: Imagem de RA em policromia (biópsia do seio)
Fonte: ver Apêndice A; State *et al.* (2003)

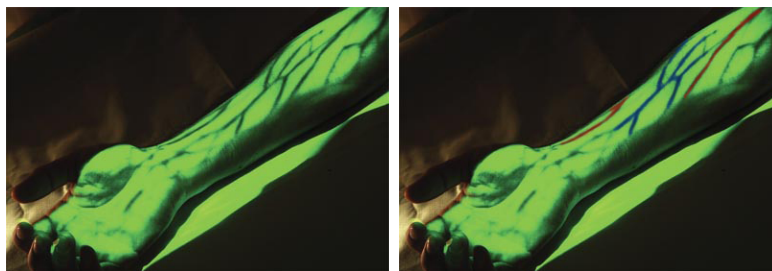


Figura 6. 9: Imagem em RA de veias do braço com versão policromática
Fonte: ver Apêndice A; versão desenvolvida pela autora.

Considerando-se a representação de profundidade, questionou-se sobre a contribuição da cor como sinalizadora de diferentes distâncias entre a superfície e o alvo, levando em conta sua área de atuação específica, ou seja, na profundidade das veias. Dr. Stanichski colocou que, caso o aparelho que capta e projeta as veias fosse além das que se encontram na superfície, seria interessante diferenciar as veias mais profundas. Entretanto, o aparelho só capta veias que estão até um centímetro de profundidade e, nesse caso, a aplicação de cores não se faz necessária. De acordo com o médico, a cor poderia dar outro tipo de informação além da que ele já possui (localização das veias), como por exemplo, indicar uma veia com refluxo. Portanto, se a cor não distingue informações adicionais, para o entrevistado sua aplicação é desnecessária. E destaca que, por possuir conhecimento da anatomia e dos processos que envolvem cirurgia vascular, a informação sobre as profundidades das veias superficiais é desnecessária. Questionou-se então se o uso desnecessário da cor nas imagens, como na Figura 6. 8, conforme pontuado pelo próprio médico, poderia atrapalhar a visualização da informação. O Dr. Stanichski acredita que a cor não prejudicaria a visualização e que seu uso deixa a imagem mais amigável, porém se não trazer informações é então, desnecessária.

Sobre as contribuições de **imagens bidimensionais e tridimensionais**, Dr. Stanichski acredita que depende da necessidade de cada procedimento. Citou como exemplo a visualização de veias: uma imagem tridimensional poderia tornar possível que as curvas das veias sejam visualizadas e se saiba em qual direção estas continuam seus percursos. Porém, se o objetivo for uma punção venosa¹², a imagem bidimensional seria suficiente. Já, em se tratando de uma cirurgia no cérebro em que a diferença de milímetros pode ser fator determinante para o sucesso do procedimento, a imagem necessita ser mais detalhada, afirmou o médico.

¹² Punção venosa, consiste na técnica da abertura por meio de agulha, através da pele ou mucosas com o intuito de colher ou introduzir substâncias nas veias (MAGALHÃES, 1989).

A partir da Figura 6. 6 perguntou-se ao Dr. Stanicheski se ele acredita que a **representação de projeção** ascendente ou descendente pode melhorar a percepção e a interpretação das imagens médicas em RA. Ele afirmou que sim, é um recurso que melhora a visualização, mas que em alguns casos, como na projeção ascendente da coluna vertebral (Figura 6. 10) pode exigir treinamento do usuário.

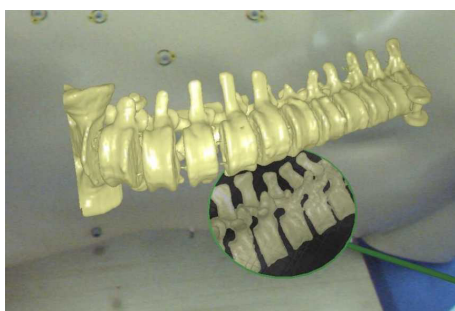


Figura 6. 10: Imagem com projeção ascendente (coluna vertebral)
Fonte: ver Apêndice A

Diante da Figura 6. 11, perguntou-se ao entrevistado sobre a influência do **grau de conhecimento do médico na compreensão de imagens** com poucos detalhes e nenhum elemento simbólico. O entrevistado então afirmou que imagens com menos elementos adicionais de informação exigem mais conhecimento e experiência do médico.

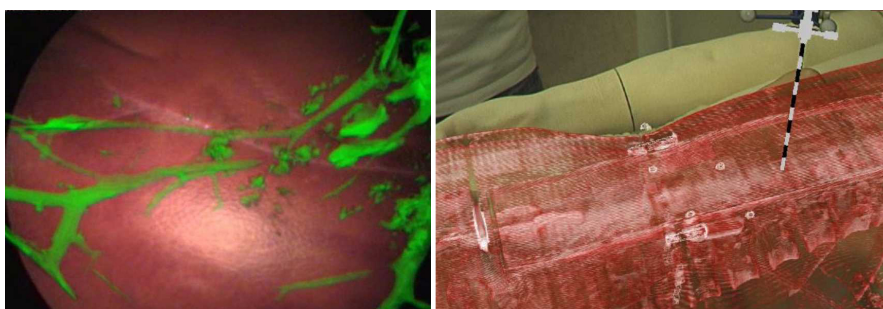


Figura 6. 11: Imagens de RA com poucos detalhes e nenhum elemento simbólico
Fonte: ver Apêndice A

Com base nas imagens que foram mostradas e no conhecimento prévio do Dr. Stanicheski sobre a RA, perguntou-se se ele acredita que essa tecnologia pode **atender às necessidades médicas**. Em resposta disse achar essa tecnologia muito promissora, embora atualmente não atenda às necessidades uma vez que não há o emprego da RA de maneira ampla. Já, sua principal **expectativa em relação à RA** enquanto médico é poder começar a utilizá-la o quanto antes. Falando sobre **perspectivas para a RA** em sua área específica (angiologia), Dr. Stanicheski acredita que a RA possa ser empregada para melhorar ainda

mais a visualização do interior dos vasos, proporcionando, inclusive, visão tridimensional detalhada das veias e artérias.

Comparando as imagens médicas atuais às imagens de RA apresentadas, o Dr. Stanicheski afirmou que as imagens em RA vistas não são, ainda, uma evolução em termos de qualidade de imagem, resolução, beleza e detalhamento. Entretanto, para ele, a vantagem das imagens em RA é poder coincidir o campo de visão e o campo de ação do médico, que pode trazer mais precisão aos procedimentos.

Visto que o Dr. Stanicheski mencionou a beleza das imagens, questionou-se a **importância do caráter estético** das mesmas para a transmissão da informação ao médico. O entrevistado comentou que se a imagem fornece a informação necessária ao médico, não interessa se ela é feia ou bonita. É importante que ela seja bonita em casos de demonstração, explicação ou ensino. Segundo ele, se a imagem mostrar um ponto de laser somente, indicando o local da perfuração, já é suficiente. E afirma que não adianta a imagem ser bonita se não oferece as informações necessárias, porém, se além das informações claras, ela puder ser bonita, melhor.

Síntese da entrevista: pontos relevantes

Dentre a informações e opiniões dadas pelo entrevistado as que mais contribuem com este estudo são as seguintes:

- a projeção sobre o corpo do paciente (suporte tridimensional) pode dificultar a visualização da imagem projetada por participantes posicionados em diferentes ângulos e distâncias;
- representação de profundidade é interessante;
- informações sobre profundidade e localização do alvo são interessantes desde que sejam estabelecidas em tempo real;
- em algumas situações imagens tridimensionais são melhores, em outras, são desnecessárias;
- imagens esquemáticas podem servir para procedimentos mais simples, enquanto as realistas, com mais informações, são necessárias a procedimentos mais complexos;
- o uso da cor é interessante quando traz novas informações à imagem;
- a representação de projeção melhora a visualização, mas pode exigir treinamento do usuário.

- a imagem médica deve trazer informações claras, mas é interessante se ela, além disso, puder ser bonita.

Já em relação às suas expectativas e às possíveis melhorias relacionadas ao uso dessa

tecnologia na medicina, o entrevistado destacou:

- a RA poderia ser empregada para melhorar ainda mais a visualização do interior dos vasos, proporcionando visão tridimensional detalhada;
- as imagens em RA vistas, não são ainda, uma evolução em termos de qualidade de imagem, resolução, beleza e detalhamento;
- a vantagem das imagens em RA é permitir que coincidam o campo de visão e o campo de ação do médico, trazendo mais precisão aos procedimentos.

6.2.2 Entrevista com Dr. Pizzatto

O entrevistado exerce a medicina há 40 anos e possui especialidade em cancerologia e radioterapia, além de administração hospitalar. Foi um dos primeiros médicos a realizar cirurgia de mama para implante de semente radioativa no Brasil. O entrevistado comentou que os procedimentos radioterápicos são realizados com base em imagens digitais e que estas são imprescindíveis para a realização do tratamento. O Dr. Pizzatto ainda não conhecia a RA e suas aplicações na medicina. Portanto, foi-lhe explicado como funciona um sistema de RA e foram apresentados diversos dispositivos de visualização e aplicações já existentes dessa tecnologia na medicina. Com isso, tendo em mente a radioterapia, afirmou que a RA possui como vantagem sobre as imagens atuais, a capacidade de trazer o alvo da aplicação da radiação para a superfície do corpo do paciente. Dessa maneira, segundo ele, a utilização da RA facilitaria a identificação do caminho mais seguro para irradiar o tumor no corpo do paciente.

Depois das perguntas gerais iniciais, foram feitos questionamentos relacionados a imagens específicas, relacionando a percepção das características sintáticas das imagens à sua utilização pelo médico.

Mostrando-se a Figura 6. 3, perguntou-se ao médico se a projeção da **imagem de RA sobre o corpo tridimensional** do paciente pode afetar sua interpretação pelo médico. O entrevistado foi enfático em dizer que interfere sim, mas de maneira positiva.

Sobre a **representação de profundidade** presente em várias imagens da amostra, o Dr. Pizzatto afirmou que é interessante, pois as imagens apresentam uma relação anatômica de órgãos e cavidade.

Perguntou-se ao médico se ele considera interessante agregar mais informações utilizando **elementos simbólicos** como setas, pontos e linhas, a fim de explicitar informações como local e profundidade do corte, por exemplo. Dr. Pizzatto considera que em procedimentos precisos, cujo fim é atingir um alvo, como em procedimentos de retirada de tumor de mama, de próstata e biópsia, é interessante utilizar recursos simbólicos. Mas, ressalta a importância da localização destes em tempo real, quando se tratar de órgãos móveis. Afirma, ainda, que há situações em que a marcação por símbolos é desnecessária, como em casos de drenagem, em que o objetivo não é atingir um alvo específico e, por isso, a própria imagem já seria suficiente.

Considerando o aspecto informacional dos **modos de representação realista e esquemático** e visando sua utilização como auxiliares em procedimentos médicos, o Dr. Pizzatto acredita que a representação realista é melhor, porque propicia uma visão do contexto anatômico do paciente. Também porque quem vai realizar o procedimento tem o repertório mental da anatomia, já possui o conhecimento, então fica fácil reconhecer na imagem projetada aquilo que já se tem em mente. Disse, ainda, que o profissional que utilizará esse tipo de imagem tem prática cirúrgica e, então, quanto mais real a imagem, melhor.

Sobre sua opinião a respeito do uso de **imagens policromáticas e monocromáticas** auxiliares no procedimento médico, Dr. Pizzatto respondeu, objetivamente, que a policromática é mais rica, pois tende a oferecer mais informações. Destacou como exemplo a Figura 6. 12 que simula a diferenciação de veias e artérias pelo uso da cor.



Figura 6. 12: Imagem policromática em RA (vasos)
Fonte: adaptada pela autora, vide original no Apêndice A

Perguntou-se ao Dr. Pizzatto o que pensa a respeito das contribuições das **representações bidimensionais e tridimensionais** e em que situações acha que um tipo é mais adequado do que outro. Em resposta o médico disse acreditar que a imagem tridimensional sempre apresentará vantagens em relação à bidimensional. Porém, segundo ele, em algumas situações a tridimensional talvez não seja necessária. Nesses casos, justifica-se a opção pela bidimensional, principalmente se isso representar economia em termos de tempo, de custo ou de outro fator. Caso contrário, o entrevistado considera preferível a representação tridimensional.

Em seguida, indagou-se o Dr. Pizzatto sobre sua opinião a respeito da **representação de projeção**, se elas podem auxiliar na percepção e na interpretação das imagens médicas em RA e em que situações isso seria favorável. O médico considera que a projeção traz vantagens para a interpretação do médico. Conclui, referindo-se à Figura 6. 10, que a visualização da coluna vertebral da forma como ela é apresentada na imagem, para o cirurgião é maravilhoso.

Considerando-se a Figura 6. 11, perguntou-se ao Dr. Pizzatto se a **experiência do médico pode influenciar na interpretação das representações**. Ele, então, respondeu que o grau de conhecimento influencia sim, pois a interpretação dessas imagens exige um mínimo de treinamento. Com base nessa afirmação, questionou-se o Dr. Pizzatto se existe relação entre o número de informações e o grau de conhecimento do médico, ou seja, se imagens com poucas informações, exigem mais conhecimento do profissional. Ele respondeu que essa relação existe, portanto, tanto mais fácil será interpretar a imagem quanto mais informações ela tiver.

Comparando a qualidade das informações oferecidas pelas imagens médicas de RA da amostra com as oferecidas pelas imagens médicas atuais, o Dr. Pizzatto disse que considera as imagens em RA um avanço, uma complementação do que já existe. Segundo seu entendimento, a RA propicia uma informação mais prática que acontece na hora do procedimento. Porém, demonstra incerteza em afirmar se as imagens em RA oferecem mais informações. Acredita que pode ser que ela propicie melhor visualização, apresentando a informação de maneira mais clara. Diz, ainda, que a qualidade de imagem existente hoje na medicina, deixa dúvidas na interpretação, pois não oferece muita clareza. Os exames de ressonância magnética, por sua vez, já processam imagens tridimensionais reconstruídas que se aproximam das imagens em RA, afirma o médico.

A respeito das **perspectivas de contribuição da RA** para a visualização da informação na área médica o Dr. Pizzatto acredita que tal tecnologia pode contribuir significativamente, não só para a radioterapia, como para a oncologia, biópsias dirigidas

por imagens e em cirurgias de modo geral. Sobre suas **expectativas em relação ao uso da RA** em procedimentos médicos o entrevistado acredita que ela possa aprimorar o diagnóstico por imagem de tumores, principalmente, e outras patologias. A RA, segundo ele, também poderia auxiliar no tratamento por radioterapia, tanto no posicionamento do paciente no momento do procedimento, assim como trazendo para a superfície do corpo do paciente a localização do tumor tornando o alvo mais preciso e o procedimento menos sujeito a erros.

Síntese da entrevista: pontos relevantes

Dentre a informações e opiniões dadas pelo Dr. Pizzatto as que mais contribuem com este estudo são as seguintes:

- corpo tridimensional do paciente auxilia na interpretação da imagem pelo médico;
- a representação de profundidade nas imagens é interessante, pois dessa forma estabelece-se uma relação anatômica de órgãos e cavidade;
- a utilização de elementos simbólicos só se faz necessária em procedimentos precisos, cujo fim é atingir um alvo. Porém, este deve ser marcado em tempo real;
- quanto mais realista a imagem melhor;
- imagens policromáticas tendem a oferecer mais informações;
- representações tridimensionais apresentam vantagens em relação às bidimensionais;
- imagens com projeção trazem vantagens para a interpretação do médico;
- tanto mais fácil será interpretar a imagem quanto mais informações ela tiver.

Em relação às suas expectativas e às possíveis melhorias relacionadas ao uso dessa tecnologia na medicina, o médico destacou:

- pode contribuir significativamente para a radioterapia, assim como para a oncologia, biópsias dirigidas por imagens e em cirurgias de modo geral;
- pode aprimorar o diagnóstico por imagem de tumores e outras patologias;
- poderia auxiliar no posicionamento do paciente no momento da radioterapia;

- poderia trazer para a superfície do corpo do paciente a localização do tumor, tornando o alvo mais preciso e o procedimento menos sujeitos a erros.

6.3 Discussão geral dos resultados das entrevistas

Os resultados das três entrevistas foram comparados e discutidos à luz da literatura abordada no capítulo 2. O Quadro 6.1 apresenta os principais aspectos das imagens médicas de RA abordados nas entrevistas: cor, representação dimensional, modo de representação, projeção, elementos simbólicos e elementos enfáticos. A cada uma dessas variáveis foram relacionadas as respostas de cada médico entrevistado e aspectos teóricos. As respostas dos entrevistados foram marcadas no quadro com cores, indicando seu grau de concordância, de acordo com a seguinte legenda: verde para *concorda totalmente*; azul para *concorda parcialmente*; amarelo para *discorda parcialmente* e vermelho para *discorda totalmente*.

■ concorda totalmente ■ concorda parcialmente ■ discorda parcialmente ■ discorda totalmente

Característica	Dr. Myiake	Dr. Stanicheski	Dr. Pizzatto	Literatura
Cor	imagens policromáticas são mais fáceis de visualizar	uso de cores é interessante se trouxer novas informações à imagem	policromáticas são mais ricas em informações	O ser humano sem deficiência visual identifica melhor as cores primárias e tons de cinza (ARNHEIM, 2005).
Representação dimensional	representações tridimensionais são melhores	representações tridimensionais são melhores em algumas situações	representações tridimensionais são melhores	Em um meio bidimensional o uso de gradientes dá a idéia de profundidade (ARNHEIM, 2005).
Modo de representação	quanto mais realistas e definidas, melhor	representações esquemáticas podem atender a procedimentos simples, enquanto realistas são necessárias a procedimentos complexos	quanto mais realista, melhor	A representação é um processo de classificação e caracterização (GOODMAN, 2006). A percepção é influenciada pelo repertório mental do indivíduo, suas atitudes e expectativas (GOMBRICH, 1986). O tipo de representação deve ser determinado de acordo com o objetivo da imagem (ARNHEIM, 2005).
Projeção	pode trazer problema de paralaxe em procedimentos profundos	melhora a visualização, mas pode exigir treinamento	traz vantagens à visualização	Estabelecer distinções nítidas entre os elementos representados diminui as ambiguidades e contribui para simplificar a tarefa do observador (ARNHEIM, 2005). Elementos gráficos que sugerem contexto ou uma situação, podem induzir o observador a completar o significado da representação (GOMBRICH, 1986).
Elementos simbólicos	facilitariam o entendimento	facilitariam, desde que fossem estabelecidos em tempo real	são necessários somente em procedimentos que têm um alvo	A utilização de representações simples para expressar algo complexo pode não alcançar um resultado simples (ARNHEIM, 2005). Basta que a representação denote o referente, direta ou indiretamente (GOODMAN, 2006).
Elementos enfáticos (considerando recursos como cor, textura, brilho etc. para diferenciar as informações)	quanto mais informação, melhor; saturação de cor poderia indicar diferentes profundidades	quanto mais claras as informações, melhor	quanto mais informação, mais fácil a interpretação	A semelhança entre elementos de um arranjo evidencia as diferenças entre os demais elementos constituintes, contribuindo para que não haja ambiguidades na representação (ARNHEIM, 2005).

Quadro 6. 1: Comparação dos resultados das entrevistas

Fonte: a autora

Diante do exposto, se pode afirmar que os entrevistados não discordam totalmente sobre nenhum aspecto abordado. Ao invés disso, percebe-se que têm ideias concordantes sobre aspectos diversos das imagens médicas de RA, conforme descrito nos parágrafos seguintes.

Sobre o uso da **cor** em imagens médicas de RA, Dr. Miyake e Dr. Pizzatto concordam totalmente que imagens policromáticas são melhores como auxiliares em procedimentos médicos, pois acreditam que as cores fornecem informações e as tornam mais claras. O Dr. Stanicheski concorda em parte com essa afirmação. Ele considera interessante o uso de cores se, estas, ao invés de serem um recurso estético e diferenciador, também agregarem novas informações.

Arnheim (2005) concorda que as cores são bons recursos de diferenciação, desde que se limitem às cores primárias e acinzentados. Segundo o autor, esses são os tons que um indivíduo consegue perceber mais claramente. Com base na amostra, pode-se dizer que as imagens médicas em RA trazem além dessas cores, tons de verde. Portanto, embora os entrevistados tenham elegido a representação policromática como a melhor opção, considera-se importante levar em conta a utilização dessas imagens por profissionais com possíveis deficiências visuais. O daltonismo, por exemplo, pode tornar difícil a distinção de alguns tons, como o verde e o vermelho. Assim, a policromia pode ser interessante se a escolha das cores levar em conta o sistema perceptivo do indivíduo, assegurando que a diferenciação por cores não se torne frágil e imprecisa.

Considerando-se a **representação dimensional**, os doutores Miyake e Pizzatto concordam que as imagens médicas tridimensionais propiciam melhor visualização da informação, pois, segundo o Dr. Miyake, a imagem bidimensional exige mais conhecimento da anatomia para que se imagine os parâmetros envolvidos. O Dr. Stanicheski acredita que a representação dimensional deve ser adequada ao tipo de procedimento, pois em algumas situações imagens bidimensionais podem ser mais adequadas.

Em um veículo bidimensional, como a projeção da RA, a tridimensionalidade é percebida pelo observador devido à representação de gradientes de cor ou tamanho (ARNHEIM, 2005). Portanto, a terceira dimensão da imagem não existe realmente, ela é ilusória (GOMBRICH, 1986). De acordo com Arnheim (2005), quanto mais nítido e regular for o gradiente, mais claro será o efeito de profundidade. Portanto, como acreditam os entrevistados, uma composição pictórica que apresenta gradientes, pode facilitar a percepção da profundidade e da orientação espacial, especialmente se houver diversos elementos em planos diferentes. Contudo, caso o procedimento não envolva camadas e órgãos diversos, a ideia de profundidade não se faz necessária, como coloca o Dr. Stanicheski.

A respeito do **modo de representação**, os doutores Miyake e Pizzatto consideram melhor quanto mais realistas forem as imagens médicas. Dr. Stanicheski também concorda, porém, acredita que representações esquemáticas podem bastar para auxiliar a um procedimento simples, enquanto para procedimentos complexos são necessárias imagens realistas.

Para o Dr. Miyake, assim como para Dr. Pizzatto, o modo de representação realista apresenta mais detalhes e mais definição, sendo mais fiéis ao corpo humano. Isto pode facilitar o reconhecimento das representações pelos médicos, devido ao seu repertório visual. Em contrapartida, Gombrich (1986) diz que para que o objeto seja reconhecido basta

que na representação estejam presentes suas características essenciais, de forma a estimular o observador a relacioná-lo ao objeto real. Dessa maneira, segundo o autor, a semelhança é suficiente para tornar a mensagem compreensível.

Arnheim (2005) diz que quando as características representadas de um objeto tem pouca relação com as características do objeto que constituem o repertório visual do observador, este pode não conseguir identificar o objeto representado. Representações esquemáticas não são representações aproximadas de coisas reais. Sendo assim, pode-se inferir que elas não propiciam o reconhecimento de objetos reais. Nesse contexto, o Dr. Stanicheski afirma que imagens esquemáticas podem ser interessantes para procedimentos médicos simples, como uma punção venosa em que o médico só necessita saber o local da injeção.

Para procedimentos complexos, onde existem mais variáveis a serem consideradas, o contexto se faz necessário. Por isso, é importante, segundo o Dr. Stanicheski, que se tenham como auxiliares imagens médicas realistas. Sua afirmação coincide com o pensamento de Arnheim (2005) que considera que o tipo de representação deve ser determinado de acordo com o objetivo da imagem. A riqueza de detalhes pode ser adequada para certos fins, mas pode atrapalhar em outros. O mesmo diz das representações esquemáticas, que podem ser insuficientes em alguns casos e eficientes em outros.

Sobre a representação de **projeção** ascendente e descendente, o Dr. Pizzatto considerou que esta traz vantagens à visualização, assim como o Dr. Stanicheski. Porém, este ressaltou que a representação de projeção pode exigir treinamento dos médicos para familiarização com esse recurso. O Dr. Miyake também considera a projeção um recurso interessante, mas em procedimentos superficiais, pois, segundo ele, em procedimentos mais profundos, a projeção pode apresentar problema de paralaxe.

Considerando-se que a representação de órgãos e tecidos internos são vistos na superfície do corpo do paciente, as afirmações dos entrevistados sugerem que a projeção é um recurso que evidencia a localização do órgão/alvo e as relações entre as estruturas representadas. Em um mesmo contexto, com base em Arnheim (2005), pode-se dizer que estabelecer distinções nítidas entre os elementos representados diminui as ambiguidades e contribui para simplificar a tarefa do observador. Nesse sentido, Gombrich (1986) considera que elementos gráficos que sugerem contexto ou uma situação, podem induzir o observador a completar o significado da representação. Entretanto, o autor afirma que se um indivíduo, diante de um conteúdo informativo, possuir expectativa, ou ainda, conhecimento prévio do contexto, mais facilmente interpretará a representação. Dessa

maneira, mesmo que os médicos conheçam o contexto do procedimento e saibam que ele ocorre dentro do corpo do paciente, os entrevistados consideram interessante a representação da projeção, seja ela ascendente ou descendente.

A respeito dos **elementos simbólicos** os três entrevistados acreditam que seja um recurso auxiliar interessante na visualização da informação em imagens médicas. Contudo, o Dr. Stanicheski ressalta a importância de se estabelecer a posição dos elementos simbólicos em tempo real, por conta de órgãos que têm sua localização e tamanho alterados ocasionalmente, como o intestino ou o estômago. O Dr. Pizzatto considera que os elementos simbólicos são necessários apenas em procedimentos que envolvem um ou mais alvos. Ou seja, as informações simbólicas só são necessárias quando sua função for apontar posições. Quando tal informação não for necessária, sua presença é dispensável. Nesse sentido, Arnheim (2005) afirma que os elementos utilizados em uma representação devem considerar o objetivo desta. Para o autor, a utilização de representações simples para expressar algo complexo pode não alcançar um resultado simples. Para que seja simples, a estrutura requer uma correspondência entre significado e a forma que o expressa.

Sobre os **elementos enfáticos**, os três entrevistados concordam totalmente. Acreditam que quanto mais informação a imagem fornecer ao médico, melhor.

O Dr. Miyake diz que a cor poderia enfatizar diferentes profundidades. Já os doutores Stanicheski e Pizzatto afirmaram que a ênfase pela cor e pelo brilho são interessantes, pois quanto mais claras forem as informações, mais fácil será a leitura da imagem. Os elementos de ênfase contribuem para relacionar os elementos da representação uns com os outros e com os diferentes planos em que se encontram. Em concordância com os entrevistados, Arnheim (2005) afirma que a semelhança entre elementos de um arranjo evidencia as diferenças entre os demais elementos constituintes, contribuindo para que não haja ambiguidades na representação.

A partir da comparação entre as visões dos três médicos entrevistados, percebeu-se que, em relação às imagens médicas de RA, estes têm em comum a preferência pelo uso de policromia, pois consideram que o uso de cores torna a diferenciação dos elementos da imagem mais clara. Também concordaram com a vantagem do uso de tridimensionalidade e representação realista, porque acreditam que quanto mais a imagem médica se aproximar da textura, do volume e dos detalhes da anatomia real, melhor. Ainda, afirmaram ser interessante o uso de elementos simbólicos e elementos enfáticos, para que a interpretação da imagem pelo médico, bem como suas ações durante os procedimentos sejam facilitados e mais precisos. Só houve discordância sobre a representação de projeção. Dr. Miyake

discordou parcialmente dos outros dois médicos, afirmando que a projeção pode causar paralaxe em procedimentos profundos.

Além de informações referentes às variáveis gráficas, as entrevistas buscaram obter opiniões a respeito das vantagens das imagens de RA, bem como as contribuições e perspectivas dos entrevistados sobre essa tecnologia no Brasil. Com isso, pode-se perceber visões e preocupações distintas entre os médicos, bem como perspectivas direcionadas a cada especialidade onde atuam os entrevistados.

Dr. Pizzatto afirmou, considerando sua área de atuação (radioterapia e oncologia), que a qualidade das imagens médicas atuais não oferece clareza e que a RA oferece a vantagem de trazer para a superfície do corpo do paciente a localização do alvo da aplicação de radiação. Dr. Miyake considera as imagens de RA mais claras e definidas que as imagens médicas atuais. Como perspectiva, gostaria que a RA pudesse fornecer informações visuais e sonoras sobre a anatomia do paciente e medicamentos indicados para um dado problema. Porém, considerando que alguns sistemas de RA exigem o uso de dispositivos de visualização vestíveis pelo médico, Dr. Miyake comenta que isso poderia tirar a empatia no atendimento ao paciente. E ressalta o cuidado de se preservar o lado humano na relação médico-paciente. O Dr. Stanichski pontuou que, de acordo com a amostra a ele apresentada, as imagens de RA não apresentam vantagens sobre as imagens atuais, no que tange à qualidade, resolução, beleza e detalhamento. Mas, acredita que a RA pode trazer vantagens na visualização da anatomia, como propiciar a visão tridimensional detalhada do interior das veias. Sendo assim, pode-se perceber que a busca pela precisão e pelo realismo é uma constante na visão dos três médicos entrevistados.

A visão dos médicos contribuiu para o entendimento de que a representação do contexto para eles é interessante, principalmente em procedimentos complexos. Isto é, não basta sinalizar o local da incisão ou o ponto de um órgão que se quer atingir. É importante que a imagem mostre os órgãos e tecidos que estão próximos ao alvo, pois estes, de alguma forma, vão interferir na maneira como o procedimento vai acontecer. Então, o realismo, a policromia, a tridimensionalidade e a projeção auxiliam no reconhecimento das partes anatômicas representadas. Porém, em procedimentos simples e superficiais tais variáveis não são essenciais.

Dessa maneira, o design da informação em imagens médicas de RA deve considerar que o realismo na representação da anatomia é importante, assim como a ênfase na hierarquia dos componentes da representação e a utilização de elementos simbólicos. Outro ponto relevante é a adequação dos recursos gráficos da imagem médica ao tipo de procedimento, pois segundo Dr. Stanichski as necessidades de um procedimento simples

não são as mesmas de um procedimento complexo. Também é importante levar em conta o tipo de sistema de RA que será empregado, sendo que, de acordo com Dr. Miyake, procedimentos profundos requerem dispositivos de visualização vestíveis para que alguns recursos gráficos da imagem não dificultem a ação do médico, como o emprego de projeção ascendente e descendente.

6.4 Estudo comparativo entre entrevistas e análise avaliativa

Os resultados dos estudos foram comparados de modo a obter-se informações específicas relativas ao problema central da pesquisa, além de suscitar uma discussão mais direcionada sobre o design da informação em imagens médicas de RA. Dessa maneira, a discussão comparativa foi organizada considerando-se o **estudo analítico avaliativo** (etapa 2) e as **entrevistas com médicos** (etapa 3). Essa discussão permitiu comparar-se a opinião a respeito dos aspectos informacionais das imagens médicas de RA por especialistas em Design com as dos médicos entrevistados. Dessa maneira, foi possível identificar visões concordantes e discordantes sobre o aspecto informacional das imagens da amostra, enquanto auxiliares em procedimentos médicos.

O estudo comparativo será abordado a partir de um quadro comparativo dos resultados obtidos pelos especialistas e pelos médicos (Quadro 6. 2). Buscando-se evidenciar as relações de concordância existentes entre as visões de cada grupo, utilizou-se um código cromático de acordo com a legenda: verde = *concorda totalmente*; azul = *concorda parcialmente*; amarelo = *discorda parcialmente*; vermelho = *discorda totalmente*.

A respeito da **cor**, pode-se dizer que os especialistas, de modo geral, consideram a policromia mais favorável para a visualização da informação. Assim como os doutores Miyake e Pizzatto, que concordam totalmente que imagens policromáticas são melhores como auxiliares em procedimentos médicos, pois acreditam que as cores fornecem informações e as tornam mais claras.

Porém, dois especialistas e o Dr. Stanicheski colocam condições para a policromia. Os primeiros dizem que o uso de cores diversas é melhor quando estas não forem muito intensas e não apresentarem contraste excessivo. O Dr. Stanicheski considera interessante o uso de cores se estas, ao invés de serem um recurso estético e diferenciador, também agregarem novas informações.

Quadro comparativo geral				
Variáveis	Especialistas	Dr. Myiake	Dr. Stanichski	Dr. Pizzatto
Cor	Policromáticas foram classificadas como positivas. Monocromáticas, como razoáveis	Policromáticas são mais fáceis de visualizar	Policromia é interessante se trazer novas informações	Policromáticas são mais ricas em informações
Representação dimensional	Bidimensionais e tridimensionais são razoáveis	Representações tridimensionais são melhores	Representações tridimensionais são melhores em algumas situações	Representações tridimensionais são melhores
Modo de representação	Esquemáticas e realistas são razoáveis	Quanto mais realistas e definidas, melhor	Esquemáticas podem atender a procedimentos simples, enquanto realistas são necessárias a procedimentos complexos	Quanto mais realista, melhor
Projeção	Projeções planas e planas + descendentes são negativas. Projeções ascendentes e descendentes são razoáveis	Pode trazer problema de paralaxe em procedimentos profundos	Melhora a visualização, mas pode exigir treinamento	Traz vantagens à visualização
Elementos simbólicos	Todos os elementos pontuados foram considerados razoáveis	Facilitam o entendimento	Facilitam, desde que estabelecidos em tempo real	Facilitam. Porém, são necessários somente em procedimentos que têm um alvo
Elementos enfáticos	Ênfase por cor e por tamanho foi classificada como razoável. Ênfase por formas/ linhas foi considerada negativa	Quanto mais informação, melhor; saturação de cor poderia indicar diferentes profundidades	Quanto mais claras as informações, melhor	Quanto mais informação, mais fácil a interpretação

■ concorda totalmente
■ concorda parcialmente
■ discorda parcialmente
■ discorda totalmente

Quadro 6. 2: Quadro comparativo geral
Fonte: a autora

Mesmo considerando a policromia mais favorável, os especialistas acreditam que a monocromia também pode apresentar resultados positivos, ressaltando o uso de cor muito intensa e contraste excessivo. Ao contrário dos especialistas, os médicos disseram não se importar com o excesso de cores e contraste. A Figura 6. 13 mostra uma das imagens da amostra indicada por um dos especialistas como excesso de intensidade de cor e contraste. Diante do exposto, percebe-se que para os médicos o uso ou não de cores intensas, não é uma questão importante.



Figura 6. 13: Imagem de RA com intensidade e cor e contraste excessivo
Fonte: ver Apêndice A

Considerando o **modo de representação**, os especialistas avaliaram as representações esquemáticas e realistas como razoáveis, mas, comentaram que tanto mais clara a informação, quanto menos formas e cores diferentes forem utilizadas. Os doutores Miyake e Pizzatto consideram que as imagens realistas são mais favoráveis à visualização da informação e quanto mais detalhadas elas forem, melhor. O Dr. Stanicheski também concorda com essa afirmação, porém, acredita que representações esquemáticas podem bastar para auxiliar procedimentos simples, entretanto para procedimentos complexos, diz que são necessárias imagens realistas.

As opiniões dos especialistas e médicos não foram unânimes no que diz respeito à variável Modo de representação. Considera-se que os médicos conhecem melhor a imagem e seus propósitos do que os especialistas que realizaram a análise, porém, os especialistas conhecem melhor o design da informação. Este ponto discordante é discutido mais à frente, no item 6.5.

Em relação à **representação dimensional**, os especialistas discordaram parcialmente da visão dos médicos, pois classificaram as imagens bidimensionais e tridimensionais como razoáveis, ainda que as bidimensionais tenham recebido avaliação mais alta. Para os doutores Miyake e Pizzatto, as imagens tridimensionais são sempre melhores. Já o Dr. Stanicheski acredita que em algumas situações as imagens médicas bidimensionais podem ser melhores. Segundo ele, a representação dimensional deve ser adequada ao tipo de procedimento em que a imagem será utilizada.

Portanto, para os médicos entrevistados, uma composição pictórica tridimensional pode facilitar a percepção da profundidade e da orientação espacial, especialmente se houver diversos elementos em planos diferentes. Contudo, caso o procedimento não envolva camadas e órgãos diversos, a ideia de profundidade não se faz necessária, como coloca o Dr. Stanicheski.

Para os especialistas, a representação de **projeções** descendentes ou ascendentes são razoáveis à visualização da informação. Já, os doutores Stanicheski e Pizzatto acreditam que esse recurso gráfico traz vantagens à visualização. Porém, Dr. Stanicheski ressalta que esse tipo de representação pode exigir treinamento do usuário, mas não vê isso como um problema. O Dr. Miyake, ao contrário, diz que projeções ascendentes ou descendentes podem apresentar problemas de paralaxe em procedimentos profundos. Entretanto, em procedimentos superficiais não vê problema na representação de tais projeções.

Comparando-se imagens com projeções plana e descendente, os médicos julgaram mais interessantes as com projeção descendente. O mesmo pode-se dizer dos especialistas que julgaram negativa a representação de projeção plana.

Enquanto os especialistas consideram os **elementos simbólicos** pontuados como razoáveis, o Dr. Miyake afirma que os mesmos são favoráveis à visualização da informação nas imagens médicas de RA. Os doutores Stanicheski e Pizzatto concordam em parte. O primeiro ressalta a importância de se estabelecer tais elementos em tempo real. O Dr. Pizzatto delimita sua importância a procedimentos que necessitam de um alvo. Segundo ele, quando tal informação não for necessária, sua presença é dispensável.

Os especialistas consideraram a maioria das aplicações dos **elementos enfáticos** razoável. Entretanto, em duas imagens alguns especialistas julgaram negativas as combinações entre cor + forma/linhas e forma/linhas + tamanho, conforme mostra, respectivamente, a Figura 6. 14: Imagens com elementos de ênfase negativos.

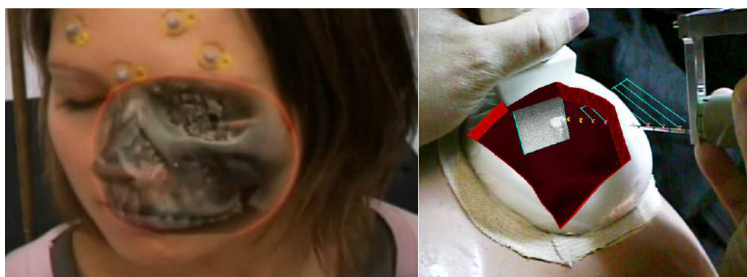


Figura 6. 14: Imagens com elementos de ênfase negativos
Fonte: ver Apêndice A

Os médicos não consideraram a variável isoladamente em cada imagem, mas, de maneira geral, concordam que elementos enfáticos contribuem para a visualização da informação, tornando a leitura da imagem mais fácil. O Dr. Miyake sugeriu a ênfase pela cor para evidenciar diferentes profundidades. Já os doutores Stanicheski e Pizzatto destacaram, além da cor, o brilho como elemento de ênfase.

Diante do exposto, pode-se afirmar que houve mais concordâncias do que discordâncias entre especialistas em Design e médicos. Também percebe-se que os médicos não-usuários da RA concordam mais entre si do que com o médico que já faz uso da RA. A variável *projeção* foi motivo de discordância parcial, pois o Dr. Miyake mencionou um problema técnico que pode ocorrer (paralaxe), enquanto os outros dois médicos não comentaram isso, o que pode ser atribuído à falta de conhecimento das limitações e particularidades de um sistema de RA, uma vez que tais profissionais ainda não o utilizam.

De maneira geral, as informações concordantes entre os grupos de especialistas e médicos foram as destacadas no Quadro 6. 3. Já, as discordâncias entre os dois grupos foram destacadas no Quadro 6. 4 que relaciona em duas colunas as informações discordantes entre Especialistas e Médicos.

Pontos concordantes
Policromia é melhor
Projeções descendentes e ascendentes são favoráveis
Elementos simbólicos favoráveis

Quadro 6. 3: Quadro com pontos concordantes Especialistas x Médicos
Fonte: a autora

Pontos discordantes	
Especialistas	Médicos
Imagens não devem apresentar intensidade de cor e contraste excessivos	Não se importam com excesso de cores e contraste
O modo de representação é indiferente	Imagens realistas são melhores
Imagens bidimensionais são melhores	Imagens tridimensionais são melhores
Informações bidimensionais tornam a informação mais clara e objetiva	Imagens bidimensionais exigem mais conhecimento do médico
Nem todos os elementos de ênfase são favoráveis	Quanto mais informação, melhor

Quadro 6. 4: Pontos discordantes Especialistas x Médicos
Fonte: a autora

A partir do quadro, pode-se dizer que a visão dos recursos informacionais dos especialistas em Design divergem claramente da opinião dos médicos entrevistados. As discordâncias concentram-se nas variáveis cor, modo de representação, representação dimensional e elementos de ênfase. Enquanto para os médicos os detalhes e a aproximação da realidade são vistos como favoráveis, para os designers da informação, o realismo e a

quantidade de recursos representacionais não determinam a capacidade informacional da imagem.

Tais divergências são interessantes, pois suscitam questionamentos a respeito das imagens médicas de RA enquanto meio informacional.

6.5 Sumarização e perspectivas

O capítulo 6 abordou os resultados das entrevistas realizadas com o médico usuário de RA e com dois médicos não usuários dessa tecnologia. A análise dos resultados se deu, primeiramente, com a comparação dos resultados das entrevistas. Em seguida, foram comparados estes com os resultados das análises avaliativas pelo júri.

As contribuições da análise se deram, principalmente, a partir das divergências encontradas entre os médicos e entre estes e os especialistas. Tais diferenças suscitaram questionamentos acerca de que maneira as variáveis gráficas das imagens médicas em RA podem ser projetadas, de modo que estas contribuam efetivamente com os procedimentos médicos e, também, que aspectos perceptivos podem ser levados em conta para tal.

A fim de enriquecer a reflexão a respeito de tais questionamentos, o capítulo 7 discute os pontos levantados pelos médicos e especialistas em Design, à luz da literatura pesquisada.

Capítulo 7

Discussão geral da pesquisa

Este capítulo trata de uma discussão geral acerca dos resultados obtidos com as pesquisas realizadas ao longo desta dissertação: análise descritiva; análise descritivo-avaliativa realizada pelo júri de especialistas; e entrevistas com médicos. Vale destacar que a amostra de imagens médicas de RA foi apenas descrita no estudo analítico (autora desta dissertação), enquanto no estudo com júri de especialistas em Design e nas entrevistas com médicos foi também atribuído a estas julgamento de valor, conforme ilustra a Figura 7. 1. Ainda, destaca-se que o estudo analítico (pela autora) visou a validação das variáveis, constatando-se sua aplicabilidade na amostra das imagens médicas de RA. Desta forma, viabilizando o instrumento descritivo para condução das fases seguintes: a análise pelo júri de especialistas em Design e entrevistas com os médicos.

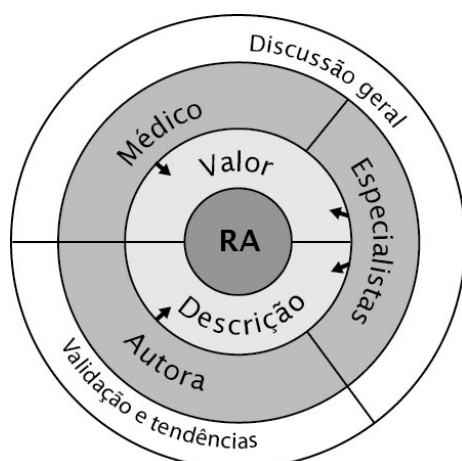


Figura 7. 1: Esquema discussão geral
Fonte: a autora

Considerando que o estudo descritivo (pela autora) teve como objetivo validar as variáveis de análise e identificar tendências na amostra, torna-se assim, desnecessária a discussão de seus resultados. Portanto, serão apenas discutidos os resultados dos demais estudos, considerando-se os objetivos visados em cada etapa da dissertação. Assim, os resultados das entrevistas com os médicos e da análise avaliativa pelo júri de especialistas

em Design compreenderão a discussão geral da pesquisa, já que tais estudos referem-se a aspectos pragmáticos da amostra.

Conforme exposto no capítulo 1 desta pesquisa, cada estudo foi realizado de forma a atingir um ou mais objetivos específicos. Esta discussão comparativa propiciará atender ao objetivo geral deste estudo, que consiste na identificação dos aspectos sintáticos, semânticos e pragmáticos de imagens médicas de RA auxiliares em procedimentos médicos.

7.1 Aspectos sintáticos, semânticos e pragmáticos encontrados em imagens médicas de RA

Para que se possa elencar os aspectos sintáticos, semânticos e pragmáticos da amostra, foi necessário identificar as características relacionadas a cada um dos aspectos separadamente.

7.1.1 Aspectos sintáticos presentes em imagens médicas de RA

Os estudos analíticos descritivos (autora e júri de especialistas em Design) buscaram validar as variáveis elencadas no quadro analítico elaborado no capítulo 3. Portanto, através dessas análises pôde-se determinar, com base na amostra, as variáveis de representação de imagens médicas de RA. De acordo com os resultados das análises, pode-se dizer que as variáveis atenderam às características sintáticas das imagens da amostra. Também permitiram a identificação de tendências e características das representações médicas em RA.

Nesse sentido, quanto aos aspectos sintáticos se pode afirmar que as variáveis de representação de tais imagens compreendem: cor, modo de representação, representação dimensional, projeção, elementos simbólicos e elementos enfáticos.

Já, sobre as tendências destes aspectos sintáticos das imagens médicas de RA pode-se dizer que maioria é policromática, realista, tridimensional, de projeção plana, com poucos ou nenhum elemento simbólico e têm a cor como elemento de ênfase.

7.1.2 Aspectos semânticos e de uso de imagens médicas de RA

A análise descritiva (pela autora) considerou, além das variáveis de representação gráfica (sintática), as especificações das imagens (denotação; especialidade médica; circunstância de uso) e suas características técnicas (modo de visualização; equipamentos e tecnologias utilizadas). Tais informações contribuíram para a identificação dos aspectos semânticos e de uso de imagens médicas de RA.

A partir dos resultados obtidos com a análise da amostra, pôde-se perceber que a RA vem sendo mais utilizada / experimentada em procedimentos ligados à área de gastroenterologia para procedimentos de biópsia e retirada de tumor. Tais procedimentos são minimamente invasivos e têm, em comum, o estabelecimento de um alvo que deve ser atingido. São, portanto, procedimentos que exigem precisão. Nesses casos, as imagens trazem a representação desse alvo, seja de maneira realista ou esquemática, com mais ou menos detalhes, geralmente acrescidas de elementos simbólicos. Em outros casos, em que o alvo não é estabelecido, as imagens mostram partes do tecido sem a presença de símbolos.

Os resultados acerca do método de obtenção e construção das imagens demonstra que essas são formadas a partir de exames de diagnóstico por imagem, adequados ao tipo de tecido que se quer investigar. Os resultados indicaram, por exemplo, diferenças entre os métodos de obtenção de imagem usados em casos do aparelho digestivo (tomografia computadorizada) e do sistema nervoso (ressonância magnética). Portanto, a escolha do método depende do propósito da investigação médica e não do tipo de representação de imagem em RA que se deseja.

A visualização nos sistemas de RA ocorre, em maioria, por dispositivos HMD de visualização direta. Esse tipo de dispositivo possibilita que as mãos fiquem livres para manipular os instrumentos cirúrgicos e, ainda, evitam a paralaxe, segundo o Dr. Miyake (usuário de RA) comentou em entrevista.

Portanto, sobre os aspectos semânticos das imagens da amostra pode-se afirmar:

- Denotam órgãos e/ou alvos por meio de elementos simbólicos em alguns casos e, quando alvos não são estabelecidos, geralmente, representam o tecido sem a presença de símbolos;
- A maioria diz respeito à área de gastroenterologia, para procedimentos de biópsia e retirada de tumor.

Sobre os aspectos relacionados ao uso das imagens da amostra, destacam-se:

- O método de obtenção das imagens depende do tipo de tecido que se quer investigar;

- O tipo de dispositivo mais utilizado é o HMD de visualização direta.

7.1.3 Aspectos pragmáticos de imagens médicas em RA

A percepção dos aspectos pragmáticos partiu do estudo analítico avaliativo feito pelo júri de especialistas em Design e das entrevistas realizadas com os médicos. No *Capítulo 6* foram comparadas as opiniões dos dois grupos, a respeito das variáveis presentes nas imagens, em relação à capacidade informacional destas. A partir disso, foram discutidas à luz das teorias de percepção e representação pictórica, conforme segue.

Discussão à luz da literatura e questionamentos

Na entrevista, o Dr. Pizzatto justifica sua preferência por imagens médicas realistas afirmando que estas facilitam o reconhecimento pelos médicos, uma vez que estes já possuem esse repertório visual. O pensamento de Arnheim (2005), Gombrich (1986) e Goodman (2006) vão ao encontro da afirmação do Dr. Pizzatto. Os três autores acreditam que a relação entre a representação e seu referente se dá de acordo com o repertório mental do indivíduo. Então, quanto mais próxima a representação estiver da imagem mental que o observador possui do referente, mais fácil será a identificação do representado. Porém, isso não significa que seja necessário uma representação com inúmeros detalhes. Nesse sentido, Arnheim (2005) afirma que uma ilustração com propósito informativo deve omitir detalhes desnecessários à compreensão da mensagem, a fim de evitar ambiguidades.

Segundo Gombrich (1986), para que o objeto seja reconhecido basta que na representação estejam presentes suas características essenciais, de forma a estimular o observador a relacioná-lo ao objeto real. Dessa maneira, segundo o autor, a semelhança é suficiente para tornar a mensagem compreensível. Porém, Arnheim (2005) diz que, quando as características representadas de um objeto têm pouca relação com as características do objeto que constituem o repertório visual do observador, este pode não conseguir identificar o objeto representado.

Representações esquemáticas não são representações aproximadas de coisas reais, portanto não propiciam o reconhecimento de objetos reais. Nesse contexto, o Dr. Stanicheski afirma que imagens esquemáticas podem ser interessantes para procedimentos médicos simples, como uma punção venosa em que o médico só necessita saber o local da injeção. No entanto, ele enfatiza que para procedimentos complexos, onde existem mais variáveis a serem consideradas, mais detalhes são necessários. Por isso, Dr. Stanicheski

afirma que é importante que se tenha como auxiliares, imagens médicas realistas. Isto vai ao encontro do pensamento de Arnheim (2005) que considera que o tipo de representação deve ser determinado de acordo com o objetivo da imagem. Ou seja, a riqueza de detalhes pode ser adequada para certos fins, mas pode atrapalhar em outros. O mesmo diz-se das representações esquemáticas, que podem ser insuficientes em alguns casos e eficientes em outros. Nesse sentido, percebe-se que para os especialistas em Design, leigos na área médica, a imagem médica parece informar melhor quando é mais objetiva, como as representações esquemáticas. Enquanto que para os médicos é necessário visualizar não só o alvo do procedimento, mas também suas características físicas e adjacências, portanto mais realistas. A Figura 7. 2 ilustra o possível motivo da preferência dos médicos por imagens realistas e detalhadas. A figura mostra três representações diferentes da região torácica do corpo humano. À esquerda há uma ilustração realista em que é possível perceber que os órgãos e vasos sobrepõem-se e que estes, assim como os tecidos, possuem estruturas internas. A imagem central traz uma imagem de RA realista e a da direita uma imagem de RA mais esquemática.

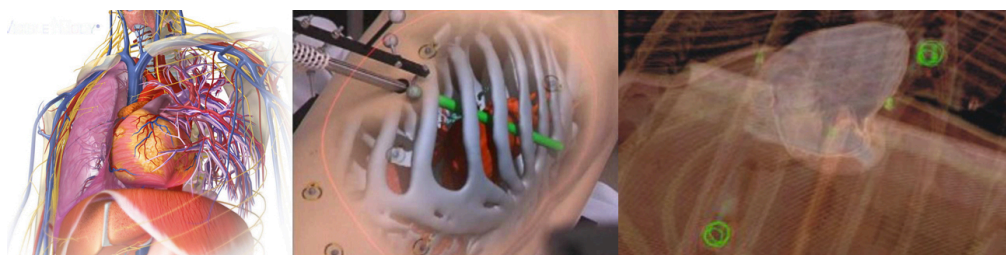


Figura 7. 2: Confronto entre imagem de RA realista e esquemática
 Fonte: <http://www.visiblebody.com/start>; ver Apêndice A

Assim, percebe-se que o contexto para o médico é importante. Um dos exemplos citados pelo Dr. Pizzatto foi que a trajetória do instrumento médico até o órgão-alvo não é livre, ao contrário: em algumas situações há outros órgãos e tecidos em seu trajeto. Um exemplo disto encontra-se na situação em que o médico para alcançar um dos pulmões (órgão próximo ao coração) com seu instrumento cirúrgico, precisa identificar se na mesma linha de perfuração não há estruturas que não podem ser perfuradas ou mesmo vasos e estruturas internas do órgão em questão. Sendo assim, as imagens esquemáticas com informações adicionais podem vir a oferecer dados mais objetivos, que podem servir a procedimentos simples como uma punção venosa, conforme destacou em sua entrevista o Dr. Stanichski.

Em contrapartida, as **imagens realistas** podem estar sujeitas à interpretação do médico com base em sua experiência profissional/ conhecimento. Sabendo-se que a percepção é influenciada não apenas pelas *schematas* do indivíduo, mas também por suas expectativas (GOMBRICH, 1986), pode ser benéfica a combinação de **elementos simbólicos** à representação realista, a fim de tornar a interpretação da imagem mais objetiva e precisa, e portanto, menos dependente da experiência profissional médica.

Além disso, Arnheim (2005) afirma que os elementos utilizados em uma representação devem considerar o objetivo desta. Para o autor, a utilização de representações simples para expressar algo complexo pode não alcançar um resultado desejado. Para que seja simples, a estrutura requer uma correspondência satisfatória entre significado e a forma que o expressa.

Dessa maneira, pode se inferir que não basta que se tenham elementos simbólicos para tornar a mensagem clara. Os elementos precisariam estar em harmonia com a representação e sua forma deve estar de acordo com seu significado. A Figura 7. 3 apresenta uma imagem médica de RA que possui símbolos coerentes com sua função, como o alvo, indicando o local da interferência médica. Porém, a mesma imagem apresenta cruzetas (parte superior), cujo o conhecimento de seu significado parece estar restrito ao contexto de seu uso pelo médico durante o procedimento.

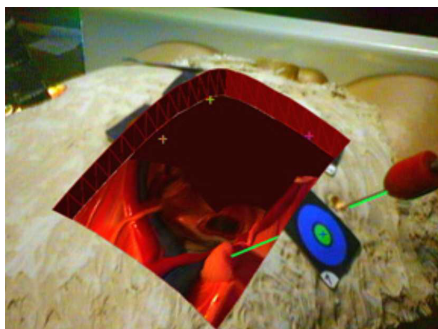


Figura 7. 3: Exemplo de imagem médica em RA com elementos simbólicos
Fonte: ver Apêndice A

A representação realista também depende da **tridimensionalidade**. Esta, apareceu na amostra por meio de gradientes de cor, tamanho e também pela representação de projeção descendente. Arnheim (2005) afirma que quanto mais nítido e regular for o gradiente, mais claro será o efeito de profundidade. Portanto, como acreditam os médicos entrevistados, uma composição pictórica que apresenta gradientes, pode facilitar a percepção da profundidade e da orientação espacial, especialmente se houver diversos elementos em planos diferentes. Ainda assim, as imagens médicas em RA são

bidimensionais e apenas apresentam a ideia de profundidade. Dessa maneira, a distância e a profundidade são ilusórias.

A representação de projeção ascendente ou descendente colabora para a percepção da tridimensionalidade, pois estabelece relações espaciais mais nítidas entre os elementos da representação. Isto, segundo Arnheim (2005) contribui para diminuir as ambiguidades e simplificar a tarefa do observador. Além disto, Gombrich (1986) afirma que se um indivíduo diante de um conteúdo informativo, possuir expectativa, ou ainda, conhecimento prévio do contexto, mais facilmente interpretará a representação. Neste sentido, pode se inferir que a opinião positiva dos médicos entrevistados sobre a representação da projeção, seja ela ascendente ou descendente, juntamente com o conhecimento destes sobre o contexto do procedimento e anatomia do corpo do paciente, possivelmente facilitariam a interpretação de imagens médicas em RA.

No que se refere à cor, além de tornar a imagem mais amigável, segundo o Dr. Stanicheski, esta deve ter um propósito informacional, ao invés de puramente estético. As imagens **policromáticas** foram preferidas, tanto pelos especialistas quanto pelos médicos. Arnheim (2005) concorda que as cores são bons recursos de diferenciação, desde que se limitem às cores primárias e acinzentados. Segundo o autor, esses são os tons que um indivíduo consegue perceber mais claramente. Com base na amostra, pode-se dizer que as imagens médicas em RA trazem além dessas cores, tons de verde. Portanto, embora dois especialistas e os entrevistados tenham elegido a representação policromática como a melhor opção, considera-se importante contemplar a utilização dessas imagens por profissionais com possíveis deficiências visuais, como o daltonismo. Assim, a policromia pode ser interessante se a escolha das cores levar em conta o sistema perceptivo do indivíduo, assegurando que a diferenciação por cores não se torne frágil e imprecisa.

Sendo assim, acredita-se que a escolha das cores deve considerar o sistema perceptivo do indivíduo, prevendo suas possíveis deficiências. Assim pensa-se que outros recursos gráficos poderiam tornar o uso da cor mais seguro. Tais recursos poderiam ser contornos destacados, texturas ou mesmo etiquetas virtuais identificando cada parte representada. Portanto, por mais interessante que seja o uso da cor por questões estéticas e informacionais, entende-se que é necessário pensar nas fragilidades que tal recurso pode acarretar, caso não haja elementos diferenciadores complementares.

Existem recursos gráficos que podem não agregar informação à imagem, mas a tornam mais fácil de ser visualizada, deixando mais evidente a distinção dos diversos elementos da imagem. Para isso podem ser evidenciados recursos como: o contraste de cor, a utilização de diferentes texturas, a variação de brilho, a distinção de tamanho, entre

outros. São os **elementos enfáticos** que podem facilitar a compreensão da imagem pelo médico, pois, segundo Arnheim (2005) a ênfase evidencia diferenças entre os elementos de uma representação, contribuindo para que não haja ambiguidades e, portanto, tornando a informação mais segura. Acredita-se, então, que imagens policromáticas que possuem, além da ênfase pela cor, linhas bem marcadas ou texturas diferenciadas podem indicar mais claramente elementos e planos distintos, prevenindo-se, assim, que médicos com deficiências visuais relacionadas à cor interpretem uma imagem erroneamente, impedindo o sucesso do procedimento.

A partir da discussão dos resultados percebe-se que os médicos esperam da Realidade Aumentada uma espécie de mimese da realidade. Porém, a RA, como o próprio nome indica, visa incrementar a realidade, trazer novas informações para o cenário físico, real. Essa reflexão encontra bases no uso da RA em cirurgias laparoscópicas, como na Figura 7. 4, que trata de uma cirurgia de retirada da próstata. O cirurgião obtém a imagem real da anatomia do paciente e são acrescentadas a ela novas informações para que a cirurgia possa ser conduzida mais precisamente.

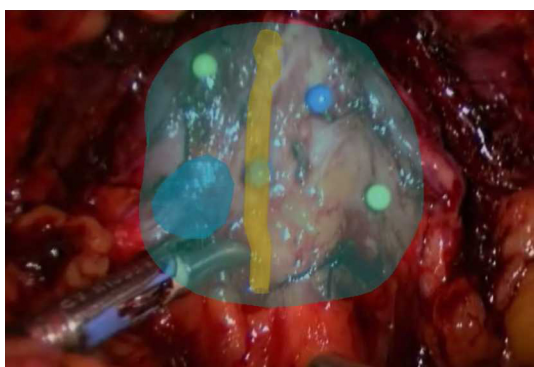


Figura 7. 4: Informações virtuais sobrepostas à imagem real
Fonte: ver Apêndice A

Diante do exposto, pode-se dizer que o pensamento dos médicos aproxima-se do pensamento de Arnheim (2005) e Gombrich (1986) ao afirmarem que a compreensão de uma representação está associada à semelhança desta com o referente. Já a opinião dos especialistas em Design parece se aproximar da teoria de Goodman (2006) que diz que a representação e a compreensão desta são determinadas por um sistema de símbolos e por seus significados e associações.

Aspectos favoráveis comuns aos dois grupos

Os aspectos comuns identificados pelos grupos de designers e médicos, foram classificados como favoráveis em relação à percepção da informação. Entre eles pode-se citar: policromia; projeções ascendentes e descendentes; elementos simbólicos.

Considerando-se que a ênfase da maioria das imagens deu-se pelo contraste das cores vermelho, azul e verde, e levando-se em conta a percepção na sua perspectiva fisiológica, conforme abordada por Arnheim (2005): **que recursos podem ser agregados à imagem de RA, além da cor, que ofereçam diferenciação mais nítida entre as estruturas anatômicas representadas, de modo que médicos com visão sub-normal¹³ não a interpretem erroneamente?**

Diante disso, considera-se importante agregar à cor outros elementos de ênfase como contorno evidente, etiquetas virtuais com informações verbais ou até mesmo sinais sonoros.

Embora os especialistas em Design e os médicos tenham concordado que o uso de projeções ascendentes e descendentes é favorável à informação, o Dr. Miyake (usuário de RA em procedimento médico) destacou que estas podem resultar em paralaxe, quando forem utilizadas em sistemas de RA espacial em procedimentos profundos. Em procedimentos superficiais, segundo ele, isso não ocorre. Com base nessa afirmação questiona-se: **já que as projeções ascendente e descendente servem melhor a procedimentos superficiais que tendem a ser mais simples, em que grau a utilização de tal recurso agrega informação à imagem? Qual a relevância desse tipo de recurso, caso ele seja apenas estético?**

Aspectos discordantes entre os dois grupos

Os aspectos que apresentaram discordâncias entre os dois grupos foram: contraste de cor excessivo; vantagem das representações realistas; imagens bidimensionais x tridimensionais; e elementos de ênfase desfavoráveis.

Para os especialistas em Design o contraste excessivo de cor agride e cansa a visão, já os médicos afirmaram não se importar com isso, uma vez que, segundo eles, a imagem em RA não é projetada durante todo o procedimento, mas apenas em alguns momentos. As cores foram os recursos mais utilizados para dar ênfase às representações da amostra, mas outros recursos, como tamanho e formas também ocorreram. Estas, por sua vez, não foram

¹³ Visão limitada por diferentes fatores, tais como: fusão, visão cromática, adaptação ao claro e escuro, sensibilidades a contrastes etc. (INSTITUTO BENJAMIN CONSTANT, 2011).

bem aceitas pelos especialistas em Design, pois não tornavam a informação mais evidente. Sendo assim, pergunta-se: **de que maneira a ênfase pode ser melhor empregada nas imagens médicas, com vistas a evitar a ambiguidade na interpretação da representação? Quais recursos gráficos podem tornar mais clara a interpretação das imagens pelo médico?**

Os médicos consideraram que imagens médicas realistas informam melhor que imagens esquemáticas. Porém, por apresentarem mais detalhes e serem menos objetivas, as **imagens realistas** estão sujeitas à interpretação do médico. Sabendo-se que a percepção é influenciada pelas *schematas* do indivíduo, bem como por suas expectativas (GOMBRICH, 1986), acredita-se que há a necessidade de combinar elementos simbólicos à representação realista, a fim de tornar a interpretação da imagem mais objetiva e precisa, conforme antes mencionado. Sendo assim, questiona-se: **qual o grau de detalhamento necessário às imagens médicas em RA para que estas ofereçam a informação com eficácia, considerando-se o repertório visual dos médicos e o seu conhecimento prévio do contexto do procedimento (expectativa)? E ainda, que recursos gráficos podem ser utilizados em uma representação que denote claramente o referente sem que a primeira seja uma tentativa de cópia deste?**

Além disto, considerando-se uma situação em que alguns médicos com graus de experiência diferentes realizassem separadamente um procedimento com o mesmo objetivo, utilizando a mesma imagem de RA realista como guia: **como garantir que os passos tomados por cada um deles durante os procedimentos sejam os mesmos, sabendo-se que a imagem pode ser interpretada de maneiras diferentes?**

Sobre a representação dimensional, os especialistas em Design acreditam que as bidimensionais informam melhor, ao contrário dos médicos que disseram preferir as tridimensionais. Ainda que pareçam tridimensionais, as imagens médicas em RA são **bidimensionais** e apenas simulam a profundidade. Dessa maneira, a distância e a profundidade são ilusórias e não podem ser levadas como parâmetro no momento do procedimento. Sendo assim, questiona-se: **até que ponto a representação de profundidade por meio de gradientes facilita a interpretação da imagem pelo médico e auxilia na percepção espacial das estruturas anatômicas reais do paciente? Que outros recursos poderiam contribuir para indicações precisas sobre a distância entre um órgão e outro, ou entre o instrumento médico e o alvo?**

7.1.4 Sumarização e perspectivas

Neste capítulo foram apresentadas sínteses das etapas desta pesquisa, além da discussão entre os estudos feitos com especialistas em Design e médicos. Com isso, foi possível estabelecer relações entre a percepção da informação por estes, bem como as necessidades informacionais destacadas pelos médicos.

No capítulo seguinte, são apresentadas as conclusões e considerações finais desta dissertação.

Conclusão

Diante dos diversos estudos com foco no aperfeiçoamento tecnológico da Realidade Aumentada na medicina, abordando entre outros aspectos, melhoramentos em resolução, renderização e dispositivos de visualização, percebeu-se a lacuna existente no que diz respeito aos aspectos informacionais das imagens médicas, enquanto representações gráficas. Realizou-se, então, um estudo exploratório acerca das características gráficas presentes em imagens médicas de RA. Para isso, se procurou responder às perguntas pontuadas na Introdução desta dissertação.

As três primeiras perguntas foram contempladas pelos objetivos específicos desta pesquisa, os quais foram alcançados por meio da revisão teórica, estudos analíticos e entrevistas.

Na revisão da literatura foram (1) abordados sistemas de RA utilizados em procedimentos médicos; (2) apresentadas bases teóricas sobre percepção e representação pictórica para subsidiar discussões e reflexões; e ainda, com base na literatura, foram (3) definidas as variáveis de análise das imagens de RA em procedimentos médicos.

Os estudos de caráter analítico trataram de uma amostra de imagens médicas de RA, que teve caráter descritivo na primeira etapa, realizada pela autora e caráter descritivo-avaliativo na segunda etapa, realizada pelos especialistas em Design da Informação. Com isso, atingiu-se o primeiro objetivo específico: identificar características gráficas e de uso presentes em imagens de RA utilizadas em procedimentos médicos.

Por fim, as entrevistas foram conduzidas com um médico usuário de RA e outros dois não usuários. Dessa maneira, a coleta de dados contribuiu para os objetivos desta pesquisa de: conhecer a receptividade do público-alvo (médicos) em relação à utilização de imagens médicas em RA; e relatar contribuições e perspectivas de imagens em RA para a área médica.

Com base nas etapas realizadas, no tópico seguinte apresentam-se as respostas ao problema desta pesquisa.

Resposta ao problema de pesquisa

A presente pesquisa, de natureza exploratória, atingiu seu objetivo, identificando aspectos sintáticos, semânticos e pragmáticos de imagens médicas de RA. Assim, em relação à amostra, pode-se considerar:

- **Aspectos sintáticos:** referem-se às variáveis gráficas, ou características: policromáticas; realistas; tridimensionais; com projeção plana; com poucos ou nenhum elemento simbólico; têm a cor como elemento de ênfase;
- **Aspectos semânticos:** dizem respeito ao que denotam as imagens, ou seja, em alguns casos denotam o alvo a ser atingido, em outros apenas os tecidos e, algumas vezes, o instrumento cirúrgico;
- **Aspectos pragmáticos:** referem-se à reação dos especialistas em Design e médicos à representação das imagens na amostra, sendo: *favoráveis* – policromia; projeções ascendentes e descendentes; elementos simbólicos; *discutíveis* – contraste de cor; modo de representação; representação dimensional; elementos enfáticos.

Aspirações a respeito das contribuições da RA na medicina

Além dos aspectos sintáticos, semânticos e pragmáticos, esse estudo visou conhecer as aspirações dos médicos sobre as contribuições dessa tecnologia para a medicina, entre elas destacam-se:

- receber informações sobre uma área específica da anatomia do paciente no instante em que a examina;
- oferecer informações ao médico (visuais ou sonoras) no momento do procedimento, relacionadas a protocolos de hospitais ou a estudos científicos recentes;
- proporcionar visão tridimensional detalhada, podendo ser empregada para melhorar ainda mais a visualização do interior do corpo;
- auxiliar no posicionamento do paciente no momento da radioterapia;
- trazer para a superfície do corpo do paciente a localização do tumor, tornando o alvo mais preciso e o procedimento menos sujeito a erros.

Contribuições para próximos estudos

Esse estudo constatou a lacuna existente nas pesquisas realizadas, relacionadas à Realidade Aumentada, cujo enfoque parece se restringir aos aspectos tecnológicos. Considerando-se que o uso de RA é, em grande parte, voltado à transmissão da informação, a pesquisa na perspectiva do Design da Informação faz-se tão importante quanto os estudos técnicos e tecnológicos. Com este enfoque, esta pesquisa, em seu caráter exploratório, acredita ter contribuído para um entendimento inicial do tema das imagens médicas em RA através, não apenas dos aspectos sintáticos, semânticos e pragmáticos já citados, mas também dos aspectos metodológicos, através da proposição de instrumento de análise gráfica, protocolos de entrevistas e procedimentos de coleta e análise de dados.

Além destes, compreendendo-se a imagem médica em RA como um meio informacional, sugerem-se temas de estudos para desdobramentos desta pesquisa. São eles:

- a percepção das imagens médicas em RA por médicos com visão sub-normal;
- a eficácia das imagens com projeções ascendente e descendentes em relação a imagens de projeção plana;
- a compreensão de representações realistas, sem elementos simbólicos, por médicos com graus de experiência diferentes;
- a eficácia da representação de profundidade por gradientes para a orientação espacial do alvo e instrumento médico.

Considerações finais

Embora a Realidade Aumentada já esteja sendo aplicada comercialmente nos segmentos publicitário e de entretenimento, na área médica ainda são poucos os casos de uso consolidado, principalmente no Brasil. Por isso, optou-se por esse tema, com vistas a conhecer mais essas aplicações na medicina, dada a relevância dessa tecnologia, não só para os médicos, mas também para os pacientes. Além disso, a inexistência – até onde se pode constatar - de estudos dessas imagens na perspectiva do Design da Informação, despertou o interesse da autora. Isso, de certa forma, impôs dificuldades, pois não encontrou-se literatura e pesquisas sobre design nesse segmento, além da escassez de imagens médicas de RA disponíveis e com qualidade para análise.

O fato de não haver aplicações conhecidas da RA na área médica no Brasil (além do *VeinViewer*), impossibilitou a autora de realizar análises de imagens em RA propriamente. Assim, a amostra foi constituída por fotografias da utilização de imagens em RA na

medicina. Mas, por se tratar de um estudo exploratório que não visou abordar aspectos tecnológicos e de usabilidade de tais imagens, mas sim, suas características sintáticas, semânticas e pragmáticas, considera-se que a amostra foi suficiente para a realização da pesquisa.

Ficou claro para a autora que, por vezes, a opinião dos médicos sobre as variáveis de representação divergem da opinião dos especialistas em Design. Os médicos parecem buscar nas imagens em RA uma mimese do real, enquanto na visão dos especialistas ela deve acrescentar informação à realidade, ao invés de tentar imitá-la. As divergências entre especialistas, médicos e literatura suscitaram questionamentos que podem contribuir para futuras investigações, com o intuito de aprimorar a representação visual da informação em sistemas de RA na área médica.

Por fim, espera-se que a discussão apresentada nesta pesquisa contribua para as áreas ligadas à Realidade Aumentada e suas aplicações, bem como à área do Design da Informação, especificamente para pesquisas sobre a percepção da informação em imagens em Realidade Aumentada. Sobretudo, espera-se que as considerações feitas nesta pesquisa contribuam para o aprimoramento das imagens médicas em Realidade Aumentada.

Referências


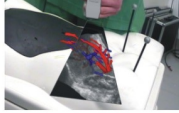
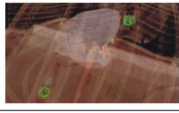

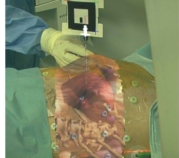
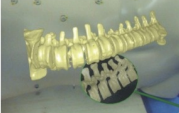

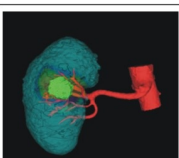

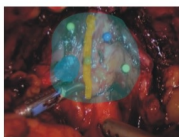
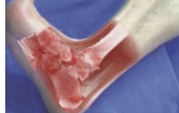

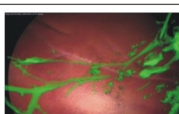
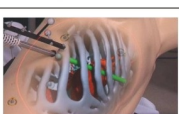



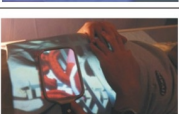
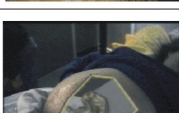
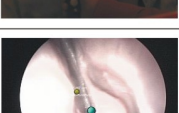
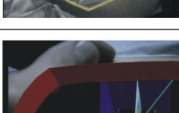

- ANTONIO, Hugo. **Evolução das Técnicas Radiológicas**. Publicado em: 25 jan. 2010. Disponível em: <<http://dicasderadiologia.com.br/site/2010/01/imagem-medica-digital/>>. Acesso em: 10 jan. 2011.
- ARCHELA, Rosely S. Imagem e representação gráfica. **Revista Geografia**. Londrina, v.8, n.1, p.5-11, jan.-jun. 1999. Disponível em: <<http://www2.uel.br/projeto/cartografia/artigos/artigo02.htm>>. Acesso em: 09 dez. 2010.
- ARNHEIM, Rudolf. **Arte e percepção visual: uma psicologia da visão criadora**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2005.
- ASHWIN, Clive. The ingredients of style in contemporary illustration: a case study. **Information Design Journal**, Londres, v. 1, p. 51-67, 1979.
- ASSIS JUNIOR, Heitor de. Leonardo e Vesalius no ensino de anatomia humana. **Metrocamp Pesquisa**, v. 1, n. 1, p. 118-130, jan./jun., 2007.
- AZUMA, R. et al.. Recent advances in augmented reality. **IEEE Computer Graphics and Applications**, v. 21, n. 6, p. 34-47, 2001.
- _____. A survey of augmented reality. **Teleoperators and Virtual Environments**, v. 6, n. 4, p. 355-385, 1997.
- BERTIN, Jacques. **A neográfica e o tratamento gráfico da informação**. Tradução de Cecília M. Westphalen. Curitiba: Editora da Universidade Federal do Paraná, 1986.
- BILLINGHURST, Mark; KATO, Hirokazu; POUPYREV, Ivan. The magicBook: moving seamlessly between reality and virtuality. **IEEE Computer Graphics and Applications**, v. 21, n. 3, p. 6-8, 2001.
- BIMBER, O; RASKAR, R. **Spatial augmented reality: merging real and virtual worlds**. Massachusetts: A K Peters, Ltd., 2005a.
- _____. Modern approaches to augmented reality. **ACM SIGGRAPH**, 2005b. Disponível em: <http://140.78.90.140/medien/ar/Pub/Siggraph05_course_notes.pdf>. Acesso em: 20 maio 2010.
- CAMARGO, Edwaldo E. Experiência inicial com PET/CT. **Radiologia Brasileira**, v. 38, n. 1, jan./fev., 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-39842005000100001>. Acesso em: 10 nov. 2011.
- CARD, Stuart K.; Mackinley, Jock D.; Schneiderman, Ben. **Readings in information visualization: using vision to think**. Londres: Academic Press, 1999.
- CERVO, A.R; BERVIAN, P. A. **Metodologia científica**. 5 ed. São Paulo: Prentice Hall, 2002.

- COELHO, Luiz A. L. (Org.). **Conceitos-chave em design**. Rio de Janeiro: Editora PUC Rio - Novas Idéias, 2008.
- EDMUNDS, Holly. **The focus group research handbook**. Chicago: NTC/ Contemporary Publishing Group, Inc., 1999.
- FISCHER, Jan.; BARTZ, Dirk. Utilizing image guided surgery for user interaction in medical augmented reality. **IPT/EGVE 05 9th Immersive Projection Technology Workshop / 11th Eurographics Workshop on Virtual Environments**, 2005, Dinamarca. Disponível em: <<http://tobias-lib.uni-tuebingen.de/dbt/volltexte/2005/1661/>>. Acesso em: 12 jun. 2010.
- FRAZÃO, Carlos. **Algumas considerações estéticas a propósito das concepções de Nelson Goodman**. 2009. Disponível em: <<http://recantodasletras.uol.com.br/ensaios/1509312>>. Acesso em: 23 dez. 2010.
- GIL, Antonio C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 5 ed. São Paulo: Atlas, 1999.
- GOLDSMITH, Evelyn. Comprehensibility of illustration: an analytical model. **Information Design Journal**, Cambridge, v. 1, p. 204-213, 1979.
- GOMBRICH, Ernst Hans. **Arte e ilusão: um estudo da psicologia da representação pictórica**. São Paulo: Martins Fontes, 1986.
- GOODMAN, Nelson. **Linguagens da Arte: uma abordagem a uma teoria dos símbolos**. Lisboa: Gradiva, 2006.
- GOULD, Todd. **Como funciona a geração de imagens por ressonância magnética**. Disponível em: <<http://saude.hsw.uol.com.br/ressonancia-magnetica1.htm>> Acesso em: 23 ago. 2010.
- Guia sobre ressonância magnética. Disponível em: <<http://www.radicom.com.br/guia1.htm>> Acesso em: 23 ago. 2010.
- HORN, Robert E.. Information design: emergence of a new profession. In: JACOBSON, Robert (Org.). **Information design**. Massachusetts: The MIT Press, 2000, p. 15-33.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Indicadores sociodemográficos e de saúde do Brasil**. 2009. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/indic_sociosaude/2009/indic_saude.pdf. Acesso em: 14 fev. 2011.
- INCA – Instituto Nacional de Câncer. **Estimativa 2010: incidência de câncer no Brasil**. Disponível em: http://www.inca.gov.br/estimativa/2010/index.asp?link=conteudo_view.asp&ID=eAcesso em: 14 fev. 2011.
- INSLEY, Seth. **Augmented reality: merging the virtual and the real**. 2003. Disponível em: <<http://islab.oregonstate.edu/koc/ece399/f03/explo/insley.pdf>> Acesso em: 06 abr. 2010.
- INSTITUTO BENJAMIN CONSTANT. **Os conceitos de deficiência**. Disponível em: <<http://www.ibr.gov.br/?itemid=396>> Acesso em: 05 jan. 2012.
- JACOBSON, Robert. Introduction: why information design matters. In: _____. (Org.). **Information design**. Massachusetts: The MIT Press, p. 1-10, 2000.

- KIRNER, Claudio; SISCOOTTO, Robson. **Realidade virtual e aumentada: conceitos, projeto e aplicações**. Porto Alegre: Editora SBC, 2007.
- KIRNER, C.; TORI, R. Fundamentos de Realidade Aumentada. In: TORI, R.; KIRNER, C.; SISCOOTTO R. (Org.). **Fundamentos e tecnologia de realidade virtual e aumentada**. Porto Alegre: Editora SBC, 2006.
- KIRNER, C; ZORZAL, Ezequiel R. Aplicações educacionais em ambientes colaborativos com realidade aumentada. **XVI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, SBIE**, p. 114 – 124, 2005.
- LEUNG, K. *et al.* Sparse Appearance Model Based Registration of 3D Ultrasound Images. **Lecture Notes in Computer Science**, v. 4091, p. 236-243, 2006.
- LEVENTON, Michael. **Project on Image Guided Surgery**: a collaboration between the MIT AI Lab and Brigham and Women's Surgical Planning Laboratory. 1999. Disponível em: <http://groups.csail.mit.edu/vision/medical-vision/surgery/surgical_navigation.html> Acesso em: 22 ago. 2010.
- LINDENSCHMIDT, James. **Projecto Astroinfo**: paralaxe. Disponível em: <<http://docs.kde.org/stable/pt/kdeedu/kstars/ai-parallax.html>>. Acesso em: 10 nov. 2011.
- MAGALHÃES, Hélio Pereira. **Técnica cirúrgica e cirurgia experimental**. 3 ed. São Paulo: Sarvier, 1989.
- MARCONI, M. de A.; LAKATOS, E. M. **Técnicas de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 1999.
- MATEUS, Paula. **O valor da arte**. Disponível em: <<http://www.alfredo-braga.pro.br/ensaios/valordaarte.html>> Acesso em: 23 dez. 2010.
- MAURER JR., Calvin et al. Medical imaging 2001: visualization, display, and image-guided procedures. **Visualization, display, and image-guided procedures, SPIE**, v. 4319, p. 445-456, 2001.
- MILGRAM, Paul et al. Augmented reality: a class of displays on the reality-virtuality continuum. **Telem manipulator and Telepresence Technologies, SPIE**, v. 2351, p. 282-292, 1994.
- NIELSEN, Jakob. **Usability engineering**. California: Morgan Kaufmann, 1993.
- OLIVEIRA, Maria Marly de. **Como fazer pesquisa qualitativa**. Petrópolis: Vozes, 2007.
- PEREIRA, José M. L. Braz. **A realidade aumentada na engenharia biomédica: estado da arte**. Disponível em: <http://ltodi.est.ips.pt/jbraz/ficheiros/EAEB_5workshopEB.pdf> Acesso em: 10 abr. 2010.
- PETTERSSON, Rune. **Information design: an introduction**. Amsterdã: John Benjamins Publishing Company, 2002.
- RAMME, Noeli. **Arte e construção de mundos: um estudo sobre a teoria dos símbolos de Nelson Goodman**. 2004. 155 f. Tese (Doutorado em Filosofia) - Pontifícia Universidade Católica, Rio de Janeiro.

- REA, Louis M.; PARKER, Richard. **Metodologia de pesquisa**: do planejamento à execução. São Paulo: Pioneira, 2000.
- SAYEG, Norton. **Tomografia por emissão de pósitrons (PET)**. Disponível em: <http://www.alzheimermed.com.br/m3.asp?cod_pagina=1058> Acesso em: 07 fev. 2011.
- SAWAYA, Márcia R. **Dicionário de informática e internet**. São Paulo: Nobel, 1999.
- SIEMENS. **Ultra-som**. Disponível em: <http://www.siemens.com.br/templates/produtos_fam.aspx?channel=2126> Acesso em: 23 ago. 2010.
- SILVA, Aristófanés C. **Algoritmos para diagnóstico assistido de nódulos pulmonares solitários em imagens de tomografia computadorizada**. 2004. 140 f. Tese (Doutorado em Informática) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- SILVA, E. L., MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 3. ed. rev. atual. Florianópolis: Laboratório de Ensino a Distância da UFSC, 2001.
- SPENCE, R. **Information Visualization**. Edimburgo: Person Education Limited, 2007.
- SPINILLO, Carla G. **An analytical approach to procedural pictorial sequences**. 2000. 243 f. Tese (Doutorado em Tipografia) - The University of Reading, Londres.
- STATE, Andrei *et al.* Stereo imagery from the UNC augmented reality system for breast biopsy guidance. **Studies in health technology and informatics**, v. 95, p. 325-8, 2003.
- TWYMAN, Michael. A schema for the study of graphic language. In: KOLERS, P. A.; WROLSTAD, M. E.; BOUMA, H. (Org.). **Processing of visible language**. Nova Iorque: Plenum Press, v.1, p. 117-150, 1979.
- WONG, Wucius. **Princípios de forma e desenho**. São Paulo: Martins Fontes, 1998.

APÊNDICE A – Amostra e fontes

Imagem RA	Fonte	Imagem RA	Fonte
	Usada com autorização de Kasuo Miyake Fonte: http://tiimedica.blogspot.com/2010/01/realidade-aumentada-e-sua-aplicabilidade.html		Fonte: http://www.ariser.info/projects/rfa_demo.php
	Usada com autorização de Nassir Navab Fonte: http://campar.in.tum.de/Chair/ProjectARaidedVertebroplasty		Usada com autorização de Luc Soler (IRCAD/EITS European Institute of Telesurgery) Fonte: http://public.kitware.com/ImageVote/images/25/
	Usada com autorização de Luc Soler (IRCAD/EITS European Institute of Telesurgery) Fonte: http://ralyx.inria.fr/2004/Raweb/epidure/uid58.html		Usada com autorização de Nassir Navab Fonte: N. Navab, M. Feuerstein, C. Bichlmeier Laparoscopic Virtual Mirror - New Interaction Paradigm for Monitor Based Augmented Reality Virtual Reality, Charlotte, North Carolina, USA, March 10-14, 2007
	Usada com autorização de Nassir Navab (Technische Universität München) Fonte: http://www.youtube.com/watch?v=vgcdtpaj2e		Fonte: http://keck.usc.edu/en/About/Administrative_Offices/Office_of_Public_Relations_and_Marketing/News/Detail/archive_offices_public_relations_and_marketing_gill_kidney_surgery
	Usada com autorização de Nassir Navab Fonte: C. Bichlmeier, B. Ockert, S.M. Heining, A. Ahmadi, N. Navab Stepping into the Operating Theater: ARAV - Augmented Reality Aided Vertebroplasty. 7th IEEE and ACM International Symposium on Mixed and Augmented Reality, Cambridge, UK, Sept. 15 - 18, 2008.		Usada com autorização de Matthias Baumhauer (Centro Alemão de Pesquisas em Câncer - Deutsches Krebsforschungszentrum, DKFZ) Fonte: http://www.dkfz.de/en/mbi/projects/prostata.html
	Usada com autorização de Nassir Navab (Technische Universität München) Fonte: http://campar.in.tum.de/Chair/ProjectMedUI		Usada com autorização de Eric Grimson (MIT Massachusetts Institute of Technology) Fonte: http://groups.csail.mit.edu/vision/medicalvision/surgery/surgical_navigation.html
	Usada com autorização de Nassir Navab (Technische Universität München) Fonte: http://campar.in.tum.de/Chair/ProjectLaparoscopeAugmentation		Fonte: http://gstattoos.ie/WheatIT/?m=201011
	Usada com autorização de Andrei State (University of North Carolina at Chapel Hill, Department of Computer Science) Fonte: Rosenthal, M. et al. Augmented Reality Guidance for Needle Biopsies: A Randomized, Controlled Trial in Phantoms.		Usada com autorização de Nassir Navab Fonte: http://www.navab.in.tum.de/pub/navab2007cga/navab2007cga.pdf
	Fonte: http://www.cs.unc.edu/Research/us/laparo.html		Fonte: http://spie.org/x41184.xml?ArticleID=x41184
	Usada com autorização de Andrei State (University of North Carolina at Chapel Hill, Department of Computer Science) Fonte: http://www.cs.unc.edu/~chen/ultrasound.html		Usada com autorização de Michael Müller (Centro Alemão de Pesquisas em Câncer - Deutsches Krebsforschungszentrum, DKFZ) Fonte: http://www.istb.unibe.ch/content/surgical_technologies/surgical_navigation/
	Usada com autorização de Andrei State (University of North Carolina at Chapel Hill, Department of Computer Science) Fonte: http://www.cs.unc.edu/Research/us/web/quicktime.htm		Fonte: http://www.ariser.info/about/workpackages.php

APÊNDICE B – Protocolos das entrevistas

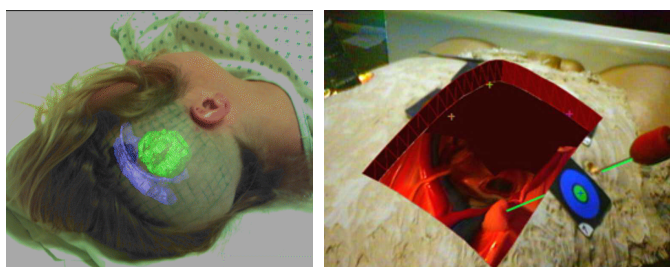
PROTOCOLO DE ENTREVISTA SEMI-ESTRUTURADA COM MÉDICO USUÁRIO DE REALIDADE AUMENTADA

Nome do entrevistado:

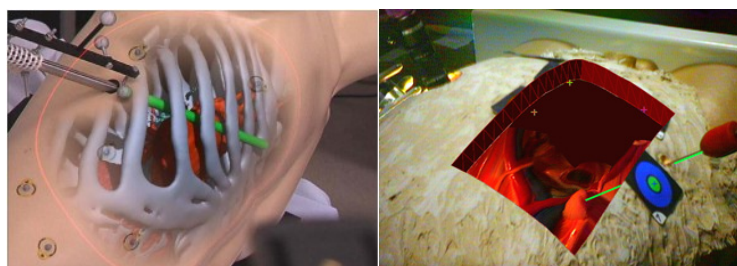
Data da entrevista:

Horário:

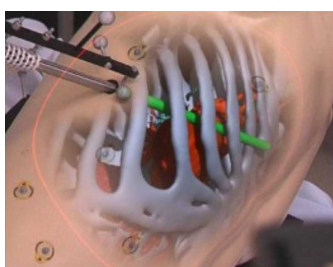
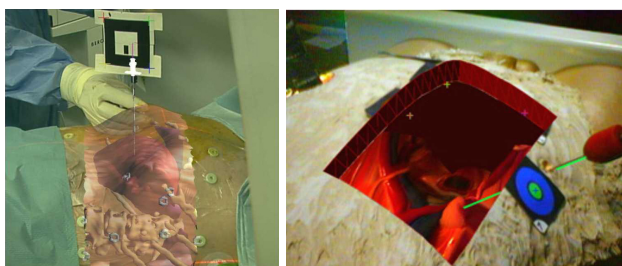
1. Há quanto tempo é médico? Possui alguma especialização ou qualificação específica para trabalhar com o *VeinViewer*?
2. Há quanto tempo já trabalha com a RA? Por que resolveu adotá-la?
3. Quais as vantagens do uso dessa tecnologia nos procedimentos médicos, em relação aos equipamentos e tecnologias substituídos por ela?
4. Já teve contato com outra utilização da RA na área médica?
5. Em sua opinião, a luz do ambiente pode influenciar na percepção de detalhes da imagem em RA? Vc acha que essa **interferência** pode alterar a interpretação da imagem? Como acha que esse **problema** poderia ser resolvido?
6. Em sua opinião, como a projeção de uma imagem no corpo do paciente, [que é tridimensional], pode afetar a interpretação da mesma pelo médico? Em que circunstâncias? Por quê?



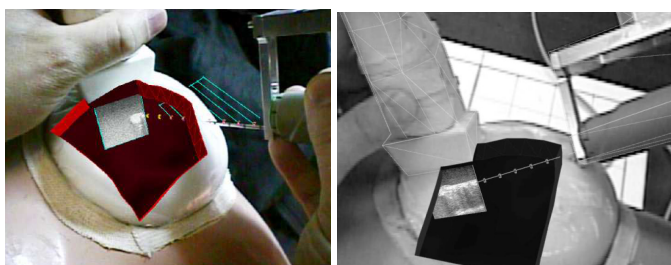
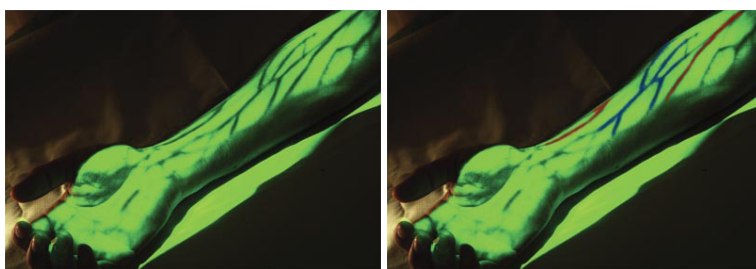
7. Em sua opinião de que maneira a textura e a cor da pele, influenciam na percepção da imagem? (cor, detalhes etc.)
8. Qual a sua opinião a respeito da representação de profundidade em algumas imagens em RA destinadas a cirurgias médicas?
9. Considera interessante agregar mais informações como, por exemplo, local e profundidade do corte? Por quê?



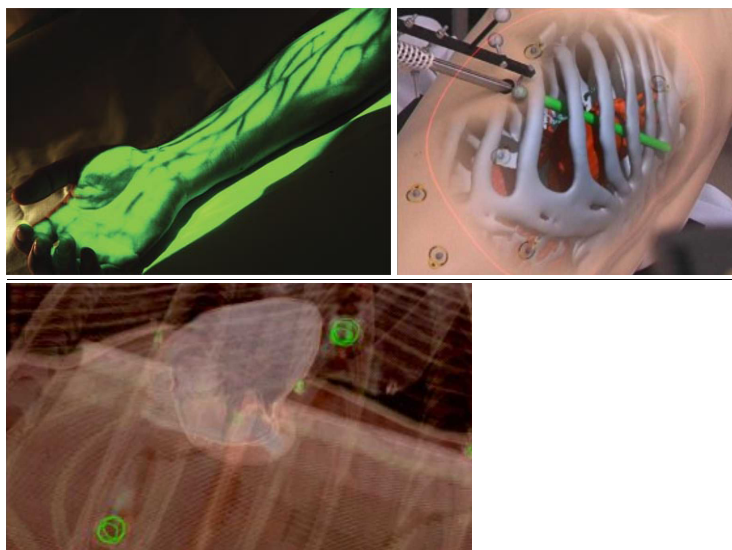
9. O que pensa a respeito dessas imagens do ponto de vista informacional, algumas realistas, com riqueza de detalhes, outras mais esquemáticas, com indicações por meio de linhas e pontos?



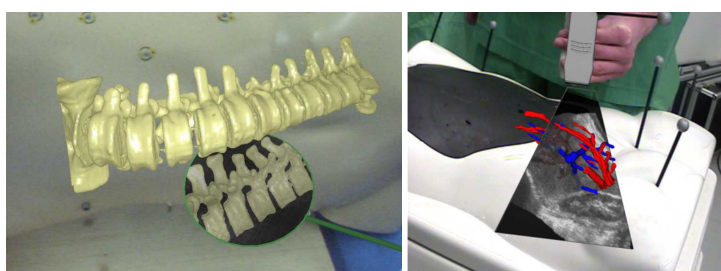
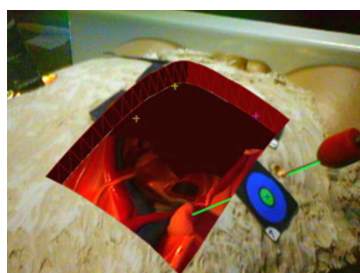
10. Você acha que uma imagem policromática poderia contribuir mais para o procedimento médico do que uma monocromática? Em que situações?



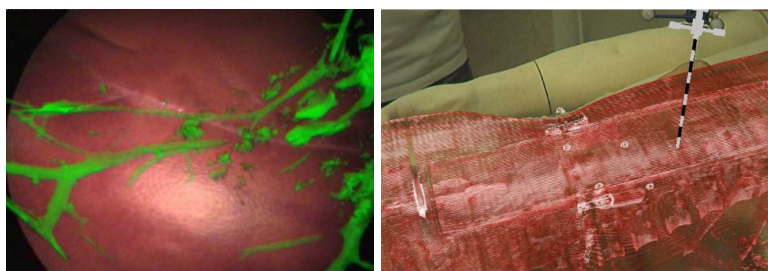
11. O que tem a dizer a respeito das contribuições de imagens bi e tridimensionais? Em q situações acha que um tipo de representação é melhor que outro?



12. Acredita que a representação de projeções possa melhorar a percepção e interpretação de tais imagens? Em q situações?



13. Você acredita que a experiência do medico possa determinar a interpretação das imagens em RA. Ach que imagens como essas podem ter seu entendimento condicionado ao repertório do medico. O que acha disso?



14. Qual é o papel da utilização da cor na representação dessas estruturas em RA? Existe um código cromático?

15. Acredita que a RA atende às demandas médicas?

16. Saberá dizer se os médicos são consultados para o desenvolvimento dessas imagens ou dessas tecnologias ligadas à RA? Qual é a sua opinião sobre isso?

17. Como a RA poderia contribuir ainda mais para a medicina?

18. O que vc acha da utilização da RA no ensino da medicina? Em que momento da formação do médico ela poderia ser usada?

19. Acha que a RA pode contribuir para diagnóstico também? Qual a diferença do diagnóstico com a RA?

Obrigada!

PROTOCOLO DE ENTREVISTA SEMI-ESTRUTURADA COM MÉDICOS NÃO USUÁRIOS DE REALIDADE AUMENTADA

Nome do entrevistado:

Data da entrevista:

Local:

Horário:

1. Há quanto tempo é médico? Qual a sua especialização e outras qualificações que possui?
2. Utiliza imagens digitais auxiliares nos procedimentos médicos que realiza?
S [] N [] Por quê?
3. Em sua opinião, quais são os prós e os contras desse tipo de imagem?
4. Quais as vantagens do uso dessa tecnologia nos procedimentos médicos, em relação aos equipamentos e tecnologias substituídos por ela?
5. Já ouviu falar ou leu a respeito do uso de RA em procedimentos médicos?
S [] N [] Onde?

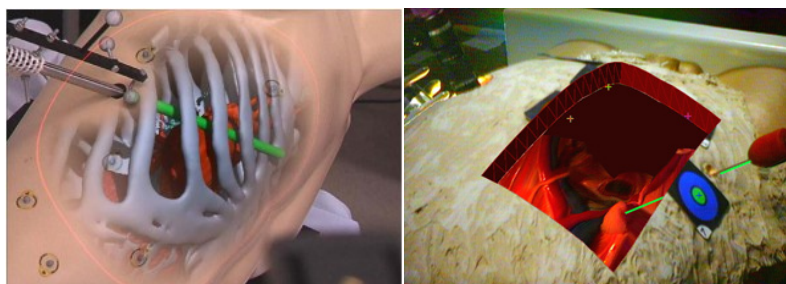
(Em seguida explico sobre a tecnologia e mostro vídeos, imagens dessa utilização e algumas imagens da amostra)

6. Em sua opinião, como a projeção de uma imagem no corpo do paciente, [que é tridimensional], pode afetar a interpretação da mesma pelo médico? Em que circunstâncias? Por quê?

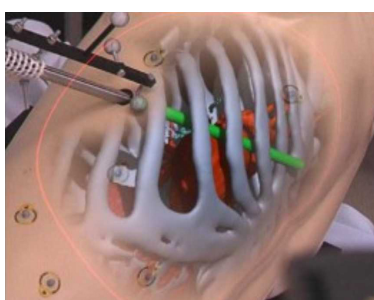
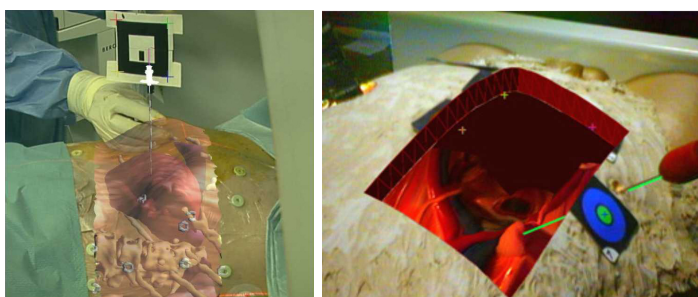
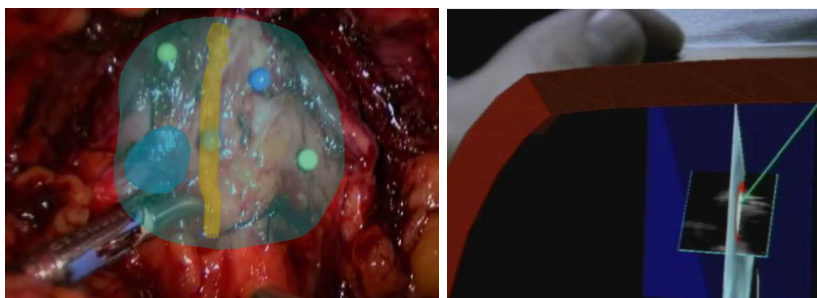


7. Qual a sua opinião a respeito da representação de profundidade em algumas imagens em RA destinadas a cirurgias médicas?

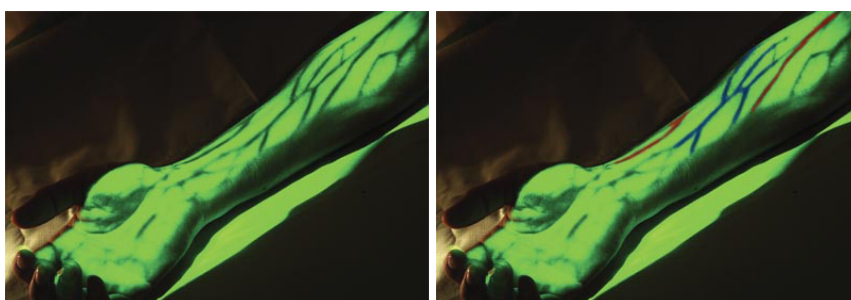
8. Considera interessante agregar mais informações como por exemplo, local e profundidade do corte? Por quê?

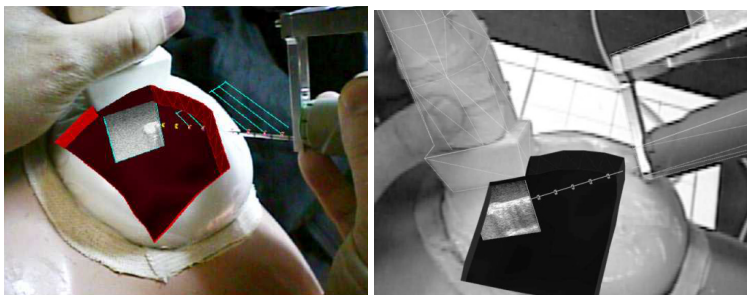


9. O que pensa a respeito dessas imagens do ponto de vista informacional, algumas realistas, com riqueza de detalhes, outras mais esquemáticas, com indicações por meio de linhas e pontos?

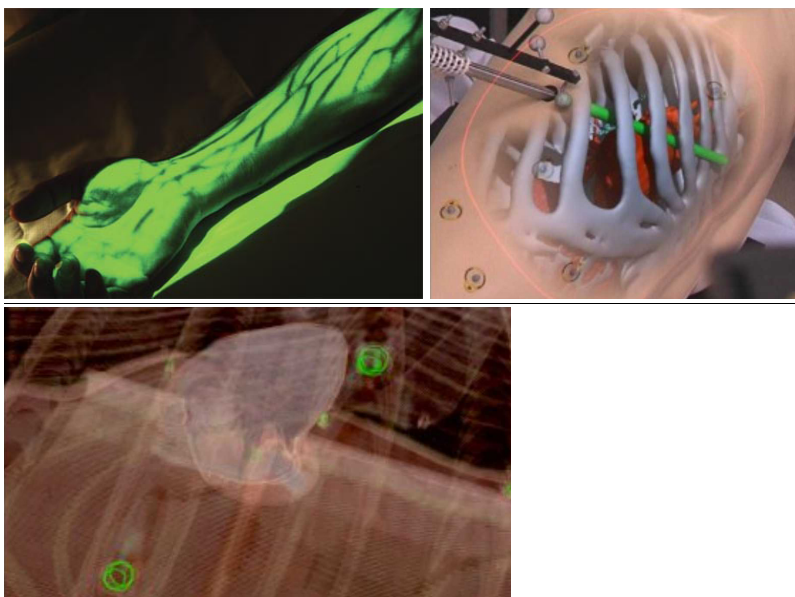


10. Em sua opinião, qual imagem contribui mais para o procedimento médico: uma imagem policromática ou uma monocromática? Em que situações?



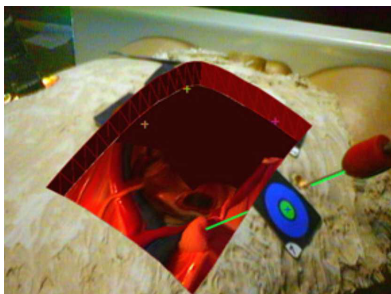


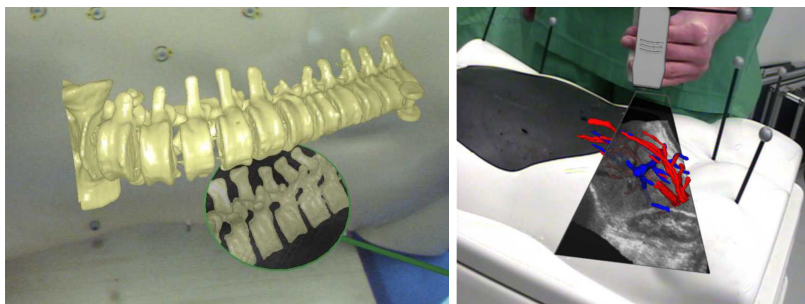
11. O que tem a dizer a respeito das contribuições de imagens bi e tridimensionais?
Em q situações acha que um tipo de representação é melhor que outra?



12. Em sua opinião, a representação de projeções melhora a percepção e interpretação de tais imagens?

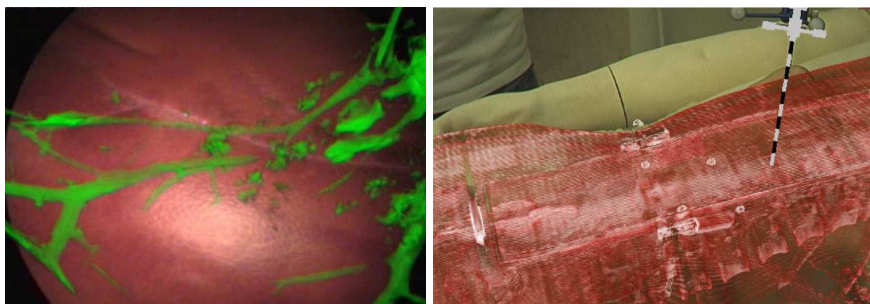
N [] S [] Em q situações?





13. Em sua opinião, como a experiência do médico influencia a interpretação das imagens em RA?

E em relação a essas imagens (mostrar abaixo)?



14. Em sua opinião o uso de RA atende as demandas médicas? Por quê?

15. Com base no que foi demonstrado, acha que a visualização da informação em imagens médicas atuais em relação às imagens em RA é:

Melhor [] Igual/similar [] Pior [] Por quê?

16. Em sua opinião, quais as perspectivas de contribuição desse tipo de tecnologia para a visualização da informação na área médica?

17. Que expectativas você teria em relação ao uso de RA em imagens medicas?

Obrigada!

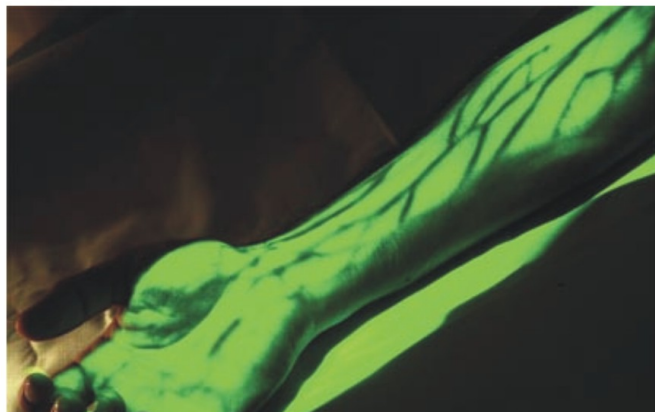
APÊNDICE C – Estudo analítico descritivo (pela autora)

ESTUDO ANALÍTICO - etapa 1

Data: 09/02/ 2011

Observador: Fernanda Pozza da Costa

Imagem nº 01



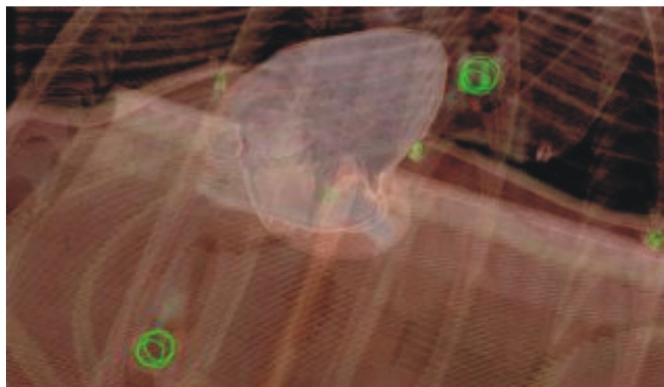
Especificações da imagem	Descrição	
Denotação	Veias do braço	
Especialidade médica	Angiologia	
Circunstância de uso	Tratamento de problemas vasculares; coleta de sangue e injeção de medicamentos	
Especificações técnicas		
Modo de visualização	Direta, por projeção espacial (sobre o ambiente real)	
Equipamentos e tecnologias utilizadas	Imagem construída a partir de exame de RM; rastreamento de do instrumento cirúrgico; imagem em tempo real do paciente é combinada com as imagens sintéticas; movimento e localização do instrumento são sinalizadas nas imagens exibidas pelo monitor.	
Variáveis de representação	Descrição	Comentários/esclarecimentos
Cor	Monocromático	O que parece preto, é apenas sombra do não preenchimento pela cor verde
Modo de representação	Esquemático	
Representação dimensional	2D	
Projeção	Plana	
Elementos simbólicos	--	
Elementos enfáticos	Cor	

ESTUDO ANALÍTICO - etapa 1

Data: 09/02/ 2011

Observador: Fernanda Pozza da Costa

Imagem nº 02



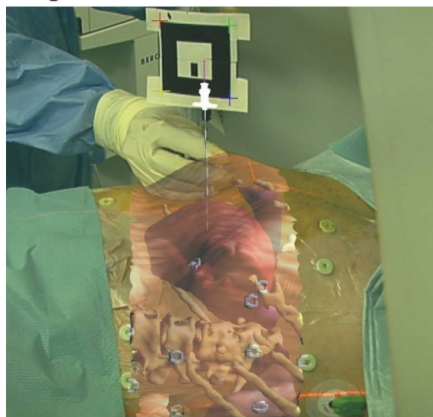
Especificações da imagem	Descrição	
Denotação	Região torácica humana, coração	
Especialidade médica	Não informada	
Circunstância de uso	Cirurgias endoscópicas	
Especificações técnicas		
Modo de visualização	Direta, por <i>optical see-through</i> HMD	
Equipamentos e tecnologias utilizadas	Imagens construídas digitalmente a partir de tomografia computadorizada.	
Variáveis de representação	Descrição	Comentários/esclarecimentos
Cor	Policromático	
Modo de representação	Esquemático	
Representação dimensional	2D	
Projeção	Plana	
Elementos simbólicos	Pontos	
Elementos enfáticos	Cor	

ESTUDO ANALÍTICO - etapa 1

Data: 09/02/ 2011

Observador: Fernanda Pozza da Costa

Imagem nº 03



Especificações da imagem	Descrição	
Denotação	Fígado, coluna vertebral humana e posição da agulha manipulada pelo médico	
Especialidade médica	Gastroenterologia	
Circunstância de uso	Cirurgia de ablação do fígado	
Especificações técnicas		
Modo de visualização	Indireta, vista em um monitor	
Equipamentos e tecnologias utilizadas	Imagens originadas de tomografia computadorizada	
Variáveis de representação	Descrição	Comentários/esclarecimentos
Cor	Policromático	
Modo de representação	Realista	
Representação dimensional	2D/ 3D	2D: instrumento cirúrgico
Projeção	Plana	
Elementos simbólicos	Linha	linha que simula a agulha
Elementos enfáticos	Cor	

ESTUDO ANALÍTICO - etapa 1

Data: 09/02/ 2011

Observador: Fernanda Pozza da Costa

Imagem nº 04



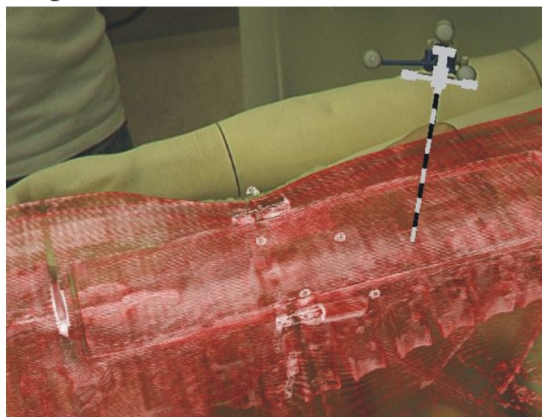
Especificações da imagem	Descrição	
Denotação	Estrutura crânio-facial	
Especialidade médica	Ortopedia e traumatologia	
Circunstância de uso	Visualização e localização de ossos e tecidos	
Especificações técnicas		
Modo de visualização	Direta, por <i>video see-through</i> HMD	
Equipamentos e tecnologias utilizadas	Rastreamento ótico, visão estereoscópica, imagem originada de tomografia computadorizada.	
Variáveis de representação	Descrição	Comentários/esclarecimentos
Cor	Monocromático	
Modo de representação	Realista	
Representação dimensional	3D	
Projeção	Plana	
Elementos simbólicos	--	
Elementos enfáticos	Brilho	

ESTUDO ANALÍTICO - etapa 1

Data: 09/02/ 2011

Observador: Fernanda Pozza da Costa

Imagem nº 05



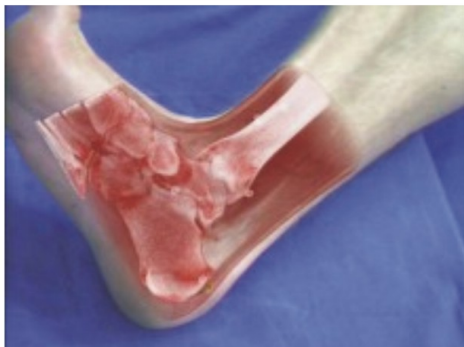
Especificações da imagem	Descrição	
Denotação	Coluna vertebral, estrutura muscular das costas humanas e instrumento cirúrgico	
Especialidade médica	Ortopedia e traumatologia	
Circunstância de uso	Vertebroplastia	
Especificações técnicas		
Modo de visualização	Não informado	
Equipamentos e tecnologias utilizadas	Imagens construídas digitalmente a partir de tomografia computadorizada	
Variáveis de representação	Descrição	Comentários/esclarecimentos
Cor	Policromático	
Modo de representação	Realista	
Representação dimensional	2D/ 3D	2D: instrumento cirúrgico
Projeção	Plana; ascendente	Ascendente: instrumento cirúrgico
Elementos simbólicos	Linha	
Elementos enfáticos	Forma	Linha que representa o instrumento médico

ESTUDO ANALÍTICO - etapa 1

Data: 09/02/ 2011

Observador: Fernanda Pozza da Costa

Imagem nº 06



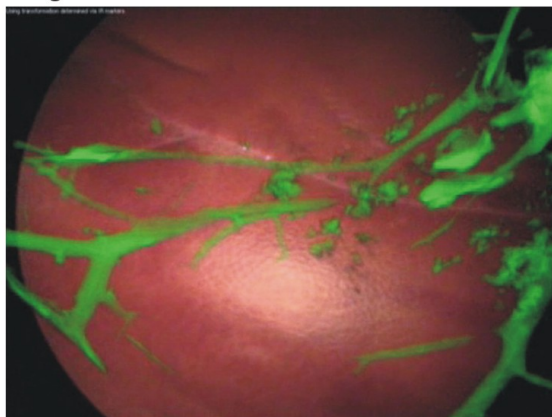
Especificações da imagem	Descrição	
Denotação	Estrutura óssea da região do tornozelo humano	
Especialidade médica	Ortopedia e traumatologia	
Circunstância de uso	Procedimentos cirúrgicos ortopédicos	
Especificações técnicas		
Modo de visualização	Direta, por <i>video see-through</i> HMD	
Equipamentos e tecnologias utilizadas	Imagens geradas a partir de tomografia computadorizada; visualização dinâmica guiada por um <i>mouse</i> sem fio; visualização longitudinal ou transversal em tempo real	
Variáveis de representação	Descrição	Comentários/esclarecimentos
Cor	Monocromático	
Modo de representação	Realista	
Representação dimensional	3D	
Projeção	Descendente	
Elementos simbólicos	--	
Elementos enfáticos	Brilho	

ESTUDO ANALÍTICO - etapa 1

Data: 09/02/ 2011

Observador: Fernanda Pozza da Costa

Imagem nº 07



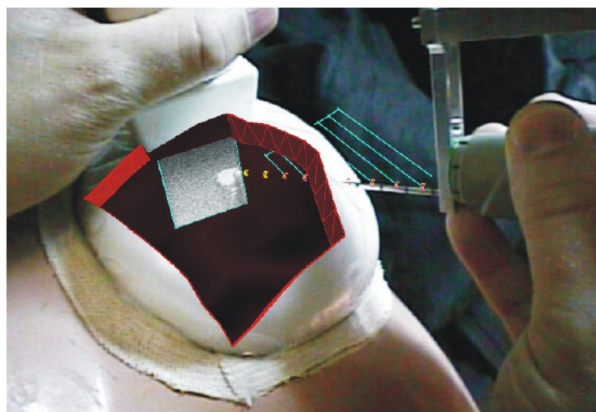
Especificações da imagem	Descrição	
Denotação	Fígado e suas veias	
Especialidade médica	Gastroenterologia	
Circunstância de uso	Localização de veias, artérias e vias biliares em cirurgias laparoscópicas de divisão ou selamento das mesmas	
Especificações técnicas		
Modo de visualização	Indireta, vista em um monitor	
Equipamentos e tecnologias utilizadas	Imagens captadas por um braço ótico computadorizado e transmitidas em tempo real para um monitor	
Variáveis de representação	Descrição	Comentários/esclarecimentos
Cor	Monocromático	
Modo de representação	Esquemático	
Representação dimensional	2D	
Projeção	Plana	
Elementos simbólicos	--	
Elementos enfáticos	Cor	

ESTUDO ANALÍTICO - etapa 1

Data: 09/02/ 2011

Observador: Fernanda Pozza da Costa

Imagem nº 08



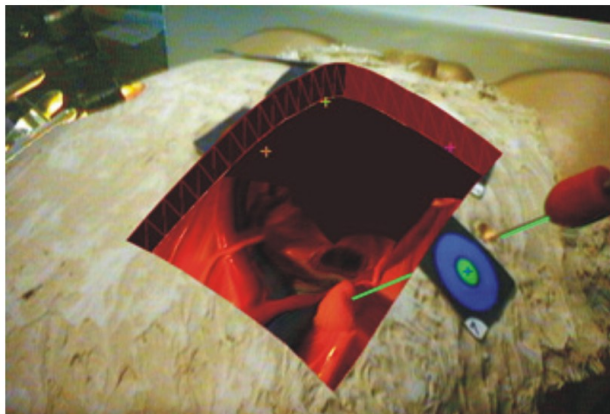
Especificações da imagem	Descrição	
Denotação	Interior do seio	
Especialidade médica	Ginecologia e obstetrícia	
Circunstância de uso	Biópsia e retirada de tumores no seio	
Especificações técnicas		
Modo de visualização	Direta, por <i>optical see-through</i> HMD	
Equipamentos e tecnologias utilizadas	Imagens captadas em tempo real por dispositivo de ultrassonografia; rastreamento da agulha de biópsia; combinação das imagens e movimentos captados com a imagem tridimensional	
Variáveis de representação	Descrição	Comentários/esclarecimentos
Cor	Policromático	
Modo de representação	Esquemático	
Representação dimensional	2D/ 3D	2D: marcações do trajeto e localização da agulha
Projeção	Descendente; ascendente	Ascendente: linhas e pontos
Elementos simbólicos	Linhas; pontos	
Elementos enfáticos	Cor; textura	

ESTUDO ANALÍTICO - etapa 1

Data: 09/02/ 2011

Observador: Fernanda Pozza da Costa

Imagem nº 09



Especificações da imagem	Descrição	
Denotação	Região abdominal humana	
Especialidade médica	Gastroenterologia	
Circunstância de uso	Procedimento laparoscópico para localização de pequena lesão no abdômen	
Especificações técnicas		
Modo de visualização	Direta, por <i>optical see-through</i> HMD	
Equipamentos e tecnologias utilizadas	Imagem construída digitalmente; rastreamento da agulha (verde) de biópsia; combinação dos movimentos da agulha com a imagem sintética	
Variáveis de representação	Descrição	Comentários/esclarecimentos
Cor	Policromático	
Modo de representação	Realista/ esquemático	
Representação dimensional	2D/ 3D	3D: cavidade, cabo da agulha, órgãos; 2D: linha, setas e alvo
Projeção	Descendente; ascendente	Ascendente: representação do instrumento médico
Elementos simbólicos	Linhas, pontos	
Elementos enfáticos	Cor; forma	

ESTUDO ANALÍTICO - etapa 1

Data: 09/02/ 2011

Observador: Fernanda Pozza da Costa

Imagem nº 10



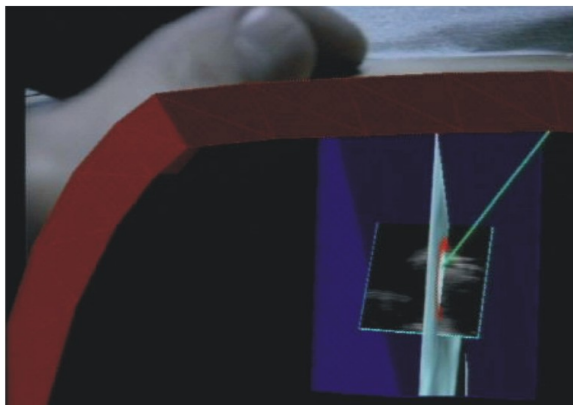
Especificações da imagem	Descrição	
Denotação	Feto humano	
Especialidade médica	Ginecologia e obstetrícia	
Circunstância de uso	Visualização de imagens ultrassonográficas	
Especificações técnicas		
Modo de visualização	Direta, por <i>optical see-through</i> HMD	
Equipamentos e tecnologias utilizadas	Imagem gerada em tempo real, sintetizada e aprimorada em computador	
Variáveis de representação	Descrição	Comentários/esclarecimentos
Cor	Policromático	
Modo de representação	Realista/ esquemático	
Representação dimensional	3D	
Projeção	Descendente	
Elementos simbólicos	--	
Elementos enfáticos	Forma	

ESTUDO ANALÍTICO - etapa 1

Data: 09/02/ 2011

Observador: Fernanda Pozza da Costa

Imagem nº 11



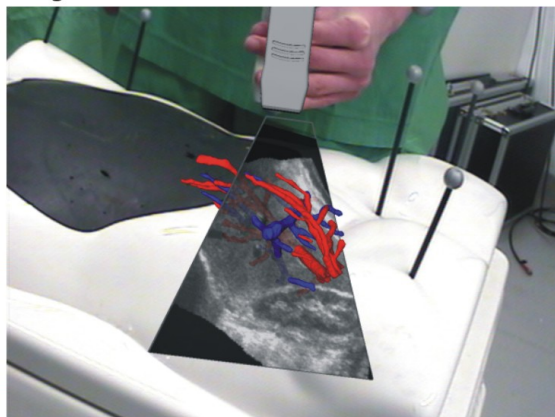
Especificações da imagem	Descrição	
Denotação	Fígado, agulha de biópsia	
Especialidade médica	Gastroenterologia	
Circunstância de uso	Cirurgia laparoscópica de retirada de tumor do fígado	
Especificações técnicas		
Modo de visualização	<i>Video see-through</i> HMD	
Equipamentos e tecnologias utilizadas	imagens de TC combinadas com imagens captadas em tempo real por transdutor ultrassonográfico	
Variáveis de representação	Descrição	Comentários/esclarecimentos
Cor	Policromático	
Modo de representação	Esquemático	
Representação dimensional	3D	
Projeção	Descendente	
Elementos simbólicos	Linhas; formas circulares	
Elementos enfáticos	Cor	

ESTUDO ANALÍTICO - etapa 1

Data: 09/02/ 2011

Observador: Fernanda Pozza da Costa

Imagem nº 12



Especificações da imagem	Descrição	
Denotação	Fígado, veias hepáticas e veias portais	
Especialidade médica	Gastroenterologia	
Circunstância de uso	Orientação intra-operatória em ablação por rádio-frequência	
Especificações técnicas		
Modo de visualização	Não informada	
Equipamentos e tecnologias utilizadas	Imagens captadas em tempo real por transdutor; combinação das imagens e movimentos captados com a imagem sintética	
Variáveis de representação	Descrição	Comentários/esclarecimentos
Cor	Policromático	
Modo de representação	Realista/ esquemático	
Representação dimensional	3D	
Projeção	Plana; ascendente	Ascendente: representação das veias
Elementos simbólicos	--	
Elementos enfáticos	Cor	

ESTUDO ANALÍTICO - etapa 1

Data: 09/02/ 2011

Observador: Fernanda Pozza da Costa

Imagem nº 13



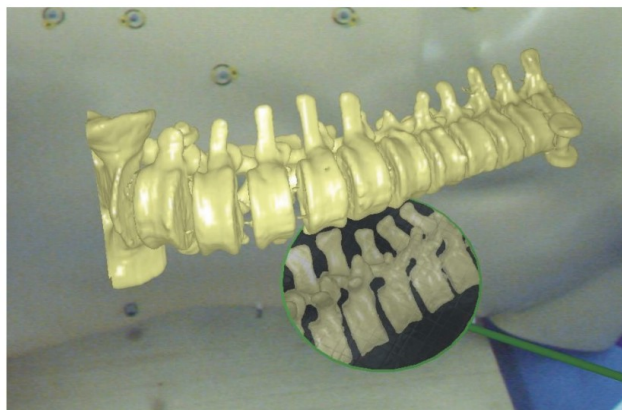
Especificações da imagem	Descrição	
Denotação	Pâncreas, rins, fígado, veias hepáticas e veias portais	
Especialidade médica	Gastroenterologia	
Circunstância de uso	Retirada de tumor no pâncreas	
Especificações técnicas		
Modo de visualização	Não informada	
Equipamentos e tecnologias utilizadas	Imagem construída em computador a partir de resultados de tomografia computadorizada, imagem sintética é combinada com a imagem real do paciente	
Variáveis de representação	Descrição	Comentários/esclarecimentos
Cor	Policromático	
Modo de representação	Realista	
Representação dimensional	3D	
Projeção	Plana	
Elementos simbólicos	--	
Elementos enfáticos	Cor	

ESTUDO ANALÍTICO - etapa 1

Data: 09/02/ 2011

Observador: Fernanda Pozza da Costa

Imagem nº 14



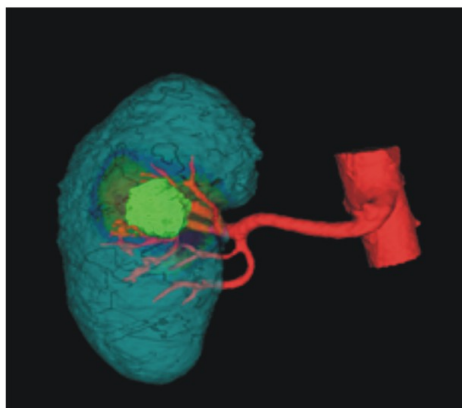
Especificações da imagem	Descrição	
Denotação	Coluna vertebral humana e espelho	
Especialidade médica	Ortopedia e traumatologia	
Circunstância de uso	Facilita o entendimento de estruturas complexas, proporciona a visualização em áreas fisicamente restritas auxiliando procedimentos médico-cirúrgicos diversos	
Especificações técnicas		
Modo de visualização	Indireta, vista em um monitor	
Equipamentos e tecnologias utilizadas	Imagem construída em computador a partir de resultados de tomografia computadorizada, rastreamento do instrumento cirúrgico, imagens sintética e real são combinadas em um monitor, os movimentos do instrumento, bem como sua localização são demonstrados no monitor (sobre a imagem) em tempo real	
Variáveis de representação	Descrição	Comentários/esclarecimentos
Cor	Policromático	
Modo de representação	Realista	
Representação dimensional	3D	
Projeção	Ascendente	
Elementos simbólicos	--	
Elementos enfáticos	Forma	

ESTUDO ANALÍTICO - etapa 1

Data: 09/02/ 2011

Observador: Fernanda Pozza da Costa

Imagem nº 15



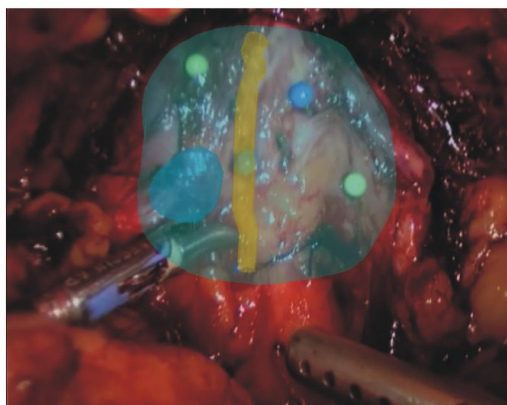
Especificações da imagem	Descrição	
Denotação	Rim e tumor	
Especialidade médica	Nefrologia	
Circunstância de uso	Cirurgia laparoscópica de retirada de tumor no rim	
Especificações técnicas		
Modo de visualização	Indireta, vista em um monitor	
Equipamentos e tecnologias utilizadas	Imagem construída em computador a partir de resultados de tomografia computadorizada, rastreamento do instrumento cirúrgico, imagens sintética e real são combinadas em um monitor, os movimentos do instrumento, bem como sua localização são demonstrados no monitor (sobre a imagem) em tempo real	
Variáveis de representação	Descrição	Comentários/esclarecimentos
Cor	Policromático	
Modo de representação	Realista	
Representação dimensional	3D	
Projeção	Plana	
Elementos simbólicos	--	
Elementos enfáticos	Cor	

ESTUDO ANALÍTICO - etapa 1

Data: 09/02/ 2011

Observador: Fernanda Pozza

Imagem nº 16



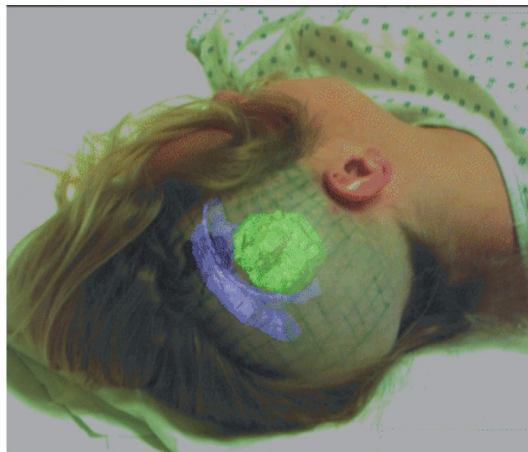
Especificações da imagem	Descrição	
Denotação	Próstata, uretra e marcação de região suspeita de tumor	
Especialidade médica	Urologia	
Circunstância de uso	Cirurgia de retirada da próstata	
Especificações técnicas		
Modo de visualização	Indireta, vista em um monitor	
Equipamentos e tecnologias utilizadas	Imagem sintética da anatomia do paciente é exibida em um monitor; imagem obtida por sonda de ultra-sonografia transretal 3d em tempo real é exibida em outro monitor; rastreamento de agulhas auxiliares; movimento e localização das agulhas são sinalizadas na imagem sintética e na ultrassonográfica	
Variáveis de representação	Descrição	Comentários/esclarecimentos
Cor	Policromático	
Modo de representação	Esquemático	
Representação dimensional	2D/ 3D	Tridimensional: imagem da anatomia ao fundo; Bidimensional: demarcação da próstata, Uretra e tumor
Projeção	Plana	
Elementos simbólicos	Linha; formas Circulares	
Elementos enfáticos	Cor	

ESTUDO ANALÍTICO - etapa 1

Data: 09/02/ 2011

Observador: Fernanda Pozza da Costa

Imagem nº 17



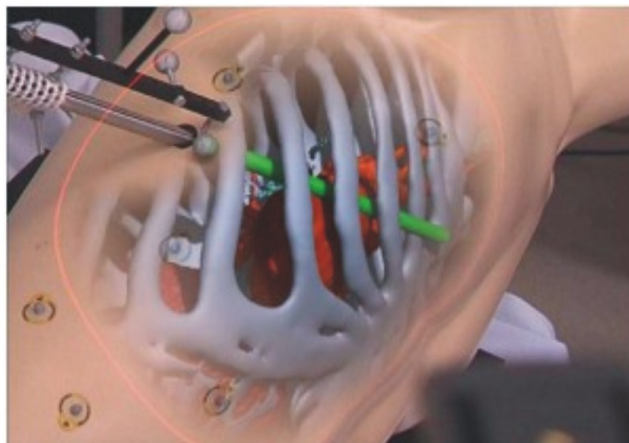
Especificações da imagem	Descrição	
Denotação	Parte do cérebro e tumor	
Especialidade médica	Neurologia	
Circunstância de uso	Cirurgia de retirada de tumor no cérebro	
Especificações técnicas		
Modo de visualização	Indireta, vista em um monitor	
Equipamentos e tecnologias utilizadas	Imagem construída a partir de exame de RM; rastreamento do instrumento cirúrgico; imagem em tempo real do paciente é combinada com as imagens sintéticas; movimento e localização do instrumento são sinalizadas nas imagens exibidas pelo monitor.	
Variáveis de representação	Descrição	Comentários/esclarecimentos
Cor	Policromática	
Modo de representação	Realista	
Representação dimensional	3D	
Projeção	Plana	
Elementos simbólicos	--	
Elementos enfáticos	Cor	

ESTUDO ANALÍTICO - etapa 1

Data: 09/02/ 2011

Observador: Fernanda Pozza da Costa

Imagem nº 18



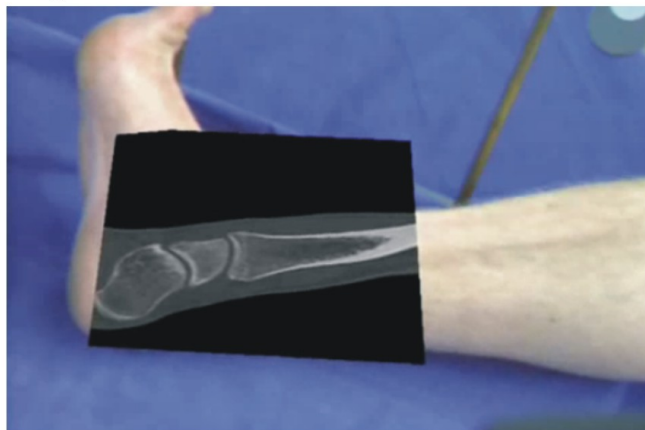
Especificações da imagem	Descrição	
Denotação	Região torácica humana em vista lateral	
Especialidade médica	Não informada	
Circunstância de uso	Cirurgias e procedimentos endoscópicos	
Especificações técnicas		
Modo de visualização	Direta, por <i>video see-through</i> HMD	
Equipamentos e tecnologias utilizadas	Não informado	
Variáveis de representação	Descrição	Comentários/esclarecimentos
Cor	Policromático	
Modo de representação	Realista	
Representação dimensional	3D	
Projeção	Descendente	
Elementos simbólicos	--	
Elementos enfáticos	Cor	

ESTUDO ANALÍTICO - etapa 1

Data: 09/02/ 2011

Observador: Fernanda Pozza da Costa

Imagem nº 19



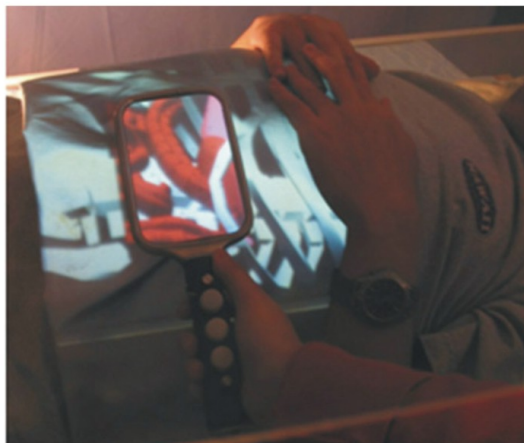
Especificações da imagem	Descrição	
Denotação	Estrutura óssea da região do tornozelo humano	
Especialidade médica	Ortopedia e traumatologia	
Circunstância de uso	Cirurgias e procedimentos ortopédicos	
Especificações técnicas		
Modo de visualização	Direta, por <i>video see-through</i> HMD	
Equipamentos e tecnologias utilizadas	Imagens geradas a partir de tomografia computadorizada; visualização dinâmica guiada por um <i>mouse</i> sem fio; visualização longitudinal ou transversal em tempo real	
Variáveis de representação	Descrição	Comentários/esclarecimentos
Cor	Monocromático	
Modo de representação	Realista	
Representação dimensional	3D	
Projeção	Plana	
Elementos simbólicos	--	
Elementos enfáticos	Brilho	

ESTUDO ANALÍTICO - etapa 1

Data: 09/02/ 2011

Observador: Fernanda Pozza da Costa

Imagem nº 20



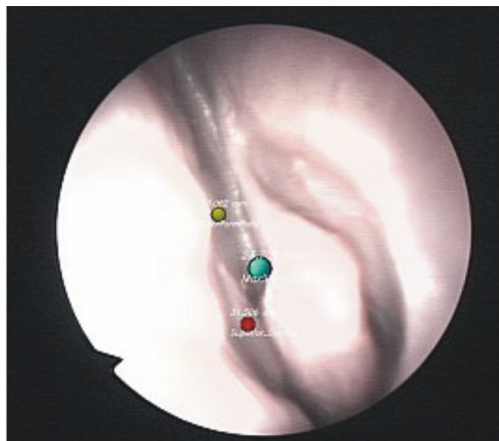
Especificações da imagem	Descrição	
Denotação	Estrutura óssea da região torácica e parte do intestino humano	
Especialidade médica	Não informada	
Circunstância de uso	Não informada	
Especificações técnicas		
Modo de visualização	Direta, por <i>video see-through</i> HMD	
Equipamentos e tecnologias utilizadas	Imagem construída a partir de exame de tomografia computadorizada; dispositivo móvel manual permite a visualização em tempo real das regiões para as quais é apontado.	
Variáveis de representação	Descrição	Comentários/esclarecimentos
Cor	Policromático	
Modo de representação	Realista	
Representação dimensional	3D	
Projeção	Plana	
Elementos simbólicos	--	
Elementos enfáticos	Cor	

ESTUDO ANALÍTICO - etapa 1

Data: 09/02/ 2011

Observador: Fernanda Pozza da Costa

Imagem nº 21



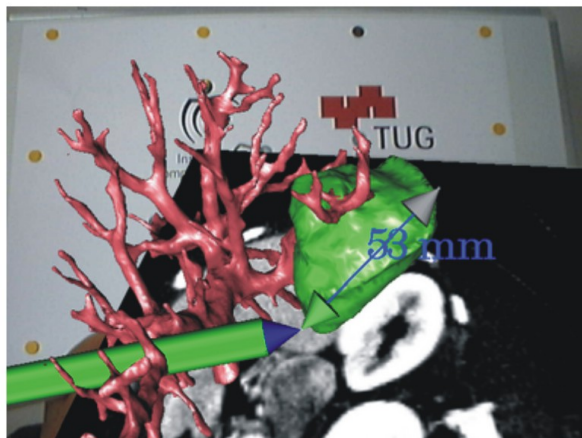
Especificações da imagem	Descrição	
Denotação	Não informada	
Especialidade médica	Otorrinolaringologia	
Circunstância de uso	Procedimentos complexos na área de otorrinolaringologia e Cirurgia de base de crânio	
Especificações técnicas		
Modo de visualização	Indireta, vista em um monitor	
Equipamentos e tecnologias utilizadas	Imagem em tempo real obtida por instrumento endoscópico é combinada à imagem sintética construída a partir de exame de tomografia computadorizada.	
Variáveis de representação	Descrição	Comentários/esclarecimentos
Cor	Policromático	
Modo de representação	Esquemático; verbal-numérico	
Representação dimensional	3D	
Projeção	Plana	
Elementos simbólicos	Formas circulares	
Elementos enfáticos	Cor	

ESTUDO ANALÍTICO - etapa 1

Data: 09/02/ 2011

Observador: Fernanda Pozza da Costa

Imagem nº 22



Especificações da imagem	Descrição	
Denotação	Não informada	
Especialidade médica	Não informada	
Circunstância de uso	Não informada	
Especificações técnicas		
Modo de visualização	Não informada	
Equipamentos e tecnologias utilizadas	Não informada	
Variáveis de representação	Descrição	Comentários/esclarecimentos
Cor	Policromático	
Modo de representação	Realista; verbal-numérico	
Representação dimensional	3D	
Projeção	Ascendente	
Elementos simbólicos	Seta	
Elementos enfáticos	Cor; formas	

APÊNDICE D – Estudo analítico por júri de especialistas em Design

Imagem nº 1



Imagem utilizada para cirurgia de retirada de tumor no cérebro

Especialista 1

Variáveis de representação	Descrição	Valor	Comentários/esclarecimentos
Cor	poli	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input checked="" type="checkbox"/> 5	
Modo de representação	real	<input checked="" type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	
Representação dimensional	3D	<input checked="" type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	
Projeção	plana	<input checked="" type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	em dúvida (n sei o que representa)
Elementos simbólicos	—	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input checked="" type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	
Elementos enfáticos	cor	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input checked="" type="checkbox"/> 5	

Especialista 2

Variáveis de representação	Descrição	Valor	Comentários/esclarecimentos
Cor	POLI	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input checked="" type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	
Modo de representação	REAL	<input type="checkbox"/> 1 <input checked="" type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	
Representação dimensional	3D	<input checked="" type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	
Projeção	PLANA	<input type="checkbox"/> 1 <input checked="" type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	
Elementos simbólicos	N	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	
Elementos enfáticos	COR/FORMA	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input checked="" type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	MUITO ENFÁTICO, MAS POUCO EXPLICATIVO

Especialista 3

Variáveis de representação	Descrição	Valor	Comentários/esclarecimentos
Cor	poli	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input checked="" type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	
Modo de representação	esquemático	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input checked="" type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	
Representação dimensional	2D	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input checked="" type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	
Projeção	plana	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input checked="" type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	
Elementos simbólicos	plano	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input checked="" type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	
Elementos enfáticos	cor	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input checked="" type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	

Imagem nº 2



Imagem utilizada para visualização e localização de ossos e tecidos

Especialista 1

Variáveis de representação	Descrição	Valor	Comentários/esclarecimentos
Cor	mono	<input type="checkbox"/> 1 <input checked="" type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	
Modo de representação	real	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input checked="" type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	
Representação dimensional	3D	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input checked="" type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	
Projeção	desc.	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input checked="" type="checkbox"/> 5	
Elementos simbólicos	—	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input checked="" type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	
Elementos enfáticos	—	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input checked="" type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	

Especialista 2

Variáveis de representação	Descrição	Valor	Comentários/esclarecimentos
Cor	POLI	<input type="checkbox"/> 1 <input checked="" type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	
Modo de representação	REALISTA	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input checked="" type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	
Representação dimensional	3D	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input checked="" type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	
Projeção	PLANA	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input checked="" type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	
Elementos simbólicos	—	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	
Elementos enfáticos	TAMANHO/FOCUSA	<input checked="" type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	

Especialista 3

Variáveis de representação	Descrição	Valor	Comentários/esclarecimentos
Cor	mono	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input checked="" type="checkbox"/> 5	
Modo de representação	realista	<input checked="" type="checkbox"/> 1 <input checked="" type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input checked="" type="checkbox"/> 5	
Representação dimensional	3D	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input checked="" type="checkbox"/> 5	
Projeção	descart.	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input checked="" type="checkbox"/> 5	
Elementos simbólicos	linhas/arcos	<input checked="" type="checkbox"/> 1 <input checked="" type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	
Elementos enfáticos	cor	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input checked="" type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	

Imagem nº 3



Imagem utilizada para orientação intra-operatória em ablação por rádio-frequência

Especialista 1

Variáveis de representação	Descrição	Valor	Comentários/esclarecimentos
Cor	poli	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input checked="" type="checkbox"/> 5	
Modo de representação	real	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input checked="" type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	
Representação dimensional	3D	<input type="checkbox"/> 1 <input checked="" type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	
Projeção	2 níveis	<input type="checkbox"/> 1 <input checked="" type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	plana + ascendente
Elementos simbólicos	—	<input type="checkbox"/> 1 <input checked="" type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	
Elementos enfáticos	cor	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input checked="" type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	

Especialista 2

Variáveis de representação	Descrição	Valor	Comentários/esclarecimentos
Cor	POLI	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input checked="" type="checkbox"/> 5	
Modo de representação	REALISTA	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input checked="" type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	
Representação dimensional	2D	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input checked="" type="checkbox"/> 5	
Projeção	PLANA	<input type="checkbox"/> 1 <input checked="" type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	
Elementos simbólicos	—	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	
Elementos enfáticos	COR	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input checked="" type="checkbox"/> 5	

Especialista 3

Variáveis de representação	Descrição	Valor	Comentários/esclarecimentos
Cor	poli	<input type="checkbox"/> 1 <input checked="" type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	
Modo de representação	esquemático	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input checked="" type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	
Representação dimensional	2D	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input checked="" type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	
Projeção	plana	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input checked="" type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	
Elementos simbólicos	linhas	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input checked="" type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	
Elementos enfáticos	cor	<input type="checkbox"/> 1 <input checked="" type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	

Imagem nº 4



Imagem utilizada para procedimento laparoscópico para localização de uma pequena lesão no abdômen

Especialista 1

Variáveis de representação	Descrição	Valor	Comentários/esclarecimentos
Cor	poli	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input checked="" type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	
Modo de representação	real + eq	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input checked="" type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	
Representação dimensional	3D	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input checked="" type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	
Projeção	2 níveis	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input checked="" type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	→ desc + ase
Elementos simbólicos	ponto / linha	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input checked="" type="checkbox"/> 5	
Elementos enfáticos	cor	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input checked="" type="checkbox"/> 5	

Especialista 2

Variáveis de representação	Descrição	Valor	Comentários/esclarecimentos
Cor	POLICROMÁTICO	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input checked="" type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	
Modo de representação	REALISTA	<input type="checkbox"/> 1 <input checked="" type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	
Representação dimensional	3D	<input checked="" type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	
Projeção	DESC.	<input checked="" type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	
Elementos simbólicos	SETA/ALVO	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input checked="" type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	
Elementos enfáticos	COR/FORMA	<input type="checkbox"/> 1 <input checked="" type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	O CONTRASTE CROMÁTICO EXCESSIVO CRIA DESCONFORTO VISUAL

Especialista 3

Variáveis de representação	Descrição	Valor	Comentários/esclarecimentos
Cor	poli polic	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input checked="" type="checkbox"/> 5	
Modo de representação	realista	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input checked="" type="checkbox"/> 5	
Representação dimensional	desc. 3D	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input checked="" type="checkbox"/> 5	
Projeção	desc	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input checked="" type="checkbox"/> 5	
Elementos simbólicos	linhas/ponto	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input checked="" type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	
Elementos enfáticos	cor / aumento/f	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input checked="" type="checkbox"/> 5	

Imagem nº 5



Imagem utilizada para tratamento de problemas vasculares, coleta de sangue e injeção de medicamentos

Especialista 1

Variáveis de representação	Descrição	Valor	Comentários/esclarecimentos
Cor	mono	<input type="checkbox"/> 1 <input checked="" type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	
Modo de representação	real	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input checked="" type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	
Representação dimensional	2d	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input checked="" type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	
Projeção	plana	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input checked="" type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	
Elementos simbólicos	—	<input type="checkbox"/> 1 <input checked="" type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	
Elementos enfáticos	—	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	tinha que usar cor nas veias/arterias

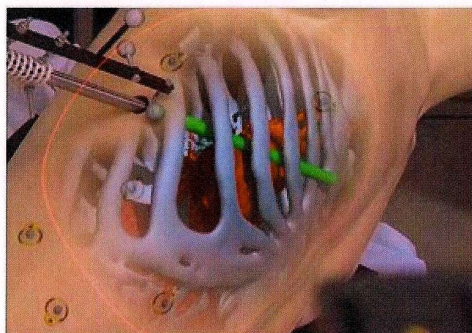
Especialista 2

Variáveis de representação	Descrição	Valor	Comentários/esclarecimentos
Cor	MONO	<input type="checkbox"/> 1 <input checked="" type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	A IMAGEM É POLICROMÁTICA, MAS A ÊNFASE É MONOCROMÁTICA.
Modo de representação	REALISTA	<input type="checkbox"/> 1 <input checked="" type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	
Representação dimensional	3D	<input checked="" type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	
Projeção	plana	<input checked="" type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	
Elementos simbólicos	—	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	
Elementos enfáticos	COR	<input type="checkbox"/> 1 <input checked="" type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	NA IMAGEM ESTÁTICA A COR RETIRA A PROFUNDIDADE

Especialista 3

Variáveis de representação	Descrição	Valor	Comentários/esclarecimentos
Cor	mono	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input checked="" type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	
Modo de representação	realista	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input checked="" type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	
Representação dimensional	2D	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input checked="" type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	
Projeção	plana	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input checked="" type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	
Elementos simbólicos	linhas	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input checked="" type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	
Elementos enfáticos	cor	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input checked="" type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	

Imagem nº 6



cirurgias e procedimentos endoscópicos; especialidade não informada

Especialista 1

Variáveis de representação	Descrição	Valor	Comentários/esclarecimentos
Cor	poli	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input checked="" type="checkbox"/> 5	
Modo de representação	real	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input checked="" type="checkbox"/> 5	
Representação dimensional	3D	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input checked="" type="checkbox"/> 5	
Projeção	desc.	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input checked="" type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	
Elementos simbólicos	—	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	
Elementos enfáticos	cor	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input checked="" type="checkbox"/> 5	

Especialista 2

Variáveis de representação	Descrição	Valor	Comentários/esclarecimentos
Cor	POLI	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input checked="" type="checkbox"/> 5	
Modo de representação	REALISTA	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input checked="" type="checkbox"/> 5	
Representação dimensional	3D	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input checked="" type="checkbox"/> 5	
Projeção	DESCENDENTE	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input checked="" type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	
Elementos simbólicos		<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	
Elementos enfáticos	COR	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input checked="" type="checkbox"/> 5	

Especialista 3

Variáveis de representação	Descrição	Valor	Comentários/esclarecimentos
Cor	poli	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input checked="" type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	
Modo de representação	realista	<input type="checkbox"/> 1 <input checked="" type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	
Representação dimensional	3D	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input checked="" type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	
Projeção	desc.	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input checked="" type="checkbox"/> 5	
Elementos simbólicos	linha/	<input type="checkbox"/> 1 <input checked="" type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	
Elementos enfáticos	cor/forma	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input checked="" type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	

Imagem nº 7

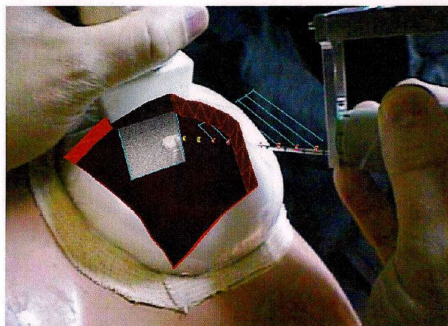


Imagem utilizada para biopsia e retirada de tumores no seio

Especialista 1

Variáveis de representação	Descrição	Valor	Comentários/esclarecimentos
Cor	poli	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input checked="" type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	
Modo de representação	real + esquem	<input checked="" type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	
Representação dimensional	2D+3D	<input checked="" type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	
Projeção	plano, dese	<input checked="" type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	
Elementos simbólicos	Linhas pontos	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input checked="" type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	
Elementos enfáticos	cor	<input checked="" type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	exagero

Especialista 2

Variáveis de representação	Descrição	Valor	Comentários/esclarecimentos
Cor	POLI	<input checked="" type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	
Modo de representação	REALISTA / ESQUEMATICO	<input type="checkbox"/> 1 <input checked="" type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	
Representação dimensional	3D	<input checked="" type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	
Projeção	DESCENDENTE	<input type="checkbox"/> 1 <input checked="" type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	
Elementos simbólicos	SETAS / PONTOS	<input checked="" type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	
Elementos enfáticos	COR / LINHAS	<input checked="" type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	

Especialista 3

Variáveis de representação	Descrição	Valor	Comentários/esclarecimentos
Cor	poli.	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input checked="" type="checkbox"/> 5	
Modo de representação	esquemal	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	
Representação dimensional	3D	<input checked="" type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	o 3D não tem profund
Projeção	linhas/plano	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input checked="" type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	
Elementos simbólicos	plano.	<input type="checkbox"/> 1 <input checked="" type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	
Elementos enfáticos	cor / forma / tamanho	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input checked="" type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	

APÊNDICE E – Quadro de resultados das análises descritivas (autora + especialistas em Design)

Variáveis		Síntese análise descritiva (etapas 1 e 2)																								Concordâncias por variável				
		Imagem RA 1			Imagem RA 2			Imagem RA 3			Imagem RA 4			Imagem RA 5			Imagem RA 6			Imagem RA 7										
Descrição		Autora	Esp. 1	Esp. 2	Esp. 3	Autora	Esp. 1	Esp. 2	Esp. 3	Autora	Esp. 1	Esp. 2	Esp. 3	Autora	Esp. 1	Esp. 2	Esp. 3	Autora	Esp. 1	Esp. 2	Esp. 3	Autora	Esp. 1	Esp. 2	Esp. 3	Autora	Esp. 1	Esp. 2	Esp. 3	
Cor	Policromática																													27 C
	Monocromática																													
Modo de representação	Realista																													25 C
	Esquemático																													
	Verbal-numérico																													
Representação dimensional	2D																													24 C
	3D																													
Projeção	Plana																													25 C
	Ascendente																													
	Descendente																													
	Plana + descendente																													
Elementos simbólicos	Forma circular/ponto																													8 C
	Linha																													
	Planos/áreas																													
Elementos enfáticos	Cor																													22 C
	Forma/linhas																													
	Tamanho																													
	Brilho																													
Textura																														
Concordâncias por imagem		18 C			13 C			17 C			24 C			16 C			20 C			22 C										

APÊNDICE F – Estudo analítico por júri de especialistas em Design

Variáveis	Descrição	Classificação pelos especialistas																					Média/ variável
		Imagem RA 1			Imagem RA 2			Imagem RA 3			Imagem RA 4			Imagem RA 5			Imagem RA 6			Imagem RA 7			
		Esp. 1	Esp. 2	Esp. 3	Esp. 1	Esp. 2	Esp. 3	Esp. 1	Esp. 2	Esp. 3	Esp. 1	Esp. 2	Esp. 3	Esp. 1	Esp. 2	Esp. 3	Esp. 1	Esp. 2	Esp. 3	Esp. 1	Esp. 2	Esp. 3	
Cor	policromática	5	4	3				5	5	3	4	4	5				5	5	3	4	1	5	4,4
	monocromática				2	5								1	2	5							3
Modo de representação	realista	1	2		3	4	5	4	4		4	2	5	4			5	5	2	1	2		3
	esquemático			4						4												não classificou	3
	verbal-numérico																						-
Representação dimensional	2D			3					5	5						5				1			3,8
	3D	1	1		4	4	5	3			5	1	5				5	5	4	1	2		3
Projeção	plana	1	2	3					3	4						5	1	4			2		2,8
	ascendente																						3
	descendente				5							3	1	5							2		3,8
	plana + descendente							3												1			2
Elementos simbólicos	Cor																						-
	Forma circular/ponto																						3,6
	Linha																						3,4
	Planos/ áreas			4																		4	3,3
Elementos enfáticos	Cor	5		4			4	5	5	3	5												3,7
	Forma/ linhas		3									2	5							1	1	4	2,8
	Tamanho																						3,3
Média por imagem		2,9			3,6			4,1			3,8			3,3			4,3			2,2			

APÊNDICE G – Áudio das entrevistas

ANEXO A – Termos de Consentimento Livre e Esclarecido



Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências Humanas, Letras & Artes
PPGDesign
Programa de Pós-Graduação em Design

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

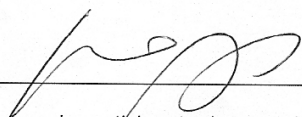
- a) Você, maior de 18 anos de idade e do sexo masculino ou feminino, está sendo convidado a participar de um estudo intitulado **Análise de imagens de realidade aumentada utilizadas em procedimentos médicos: um estudo exploratório**. É através das pesquisas científicas que ocorrem os avanços importantes em todas as áreas, e sua participação é fundamental.
- b) O objetivo desta pesquisa é identificar aspectos sintáticos, semânticos e pragmáticos de **imagens em realidade aumentada representativas da anatomia humana** utilizadas em procedimentos médicos.
- c) Caso você faça parte da pesquisa, será necessário participar de um **entrevista**. Ela consiste em uma conversa a respeito de sua familiaridade ou perspectivas em relação ao uso de imagens médicas em Realidade Aumentada (RA).
- d) A pesquisa será conduzida em local acordado por você e pelo pesquisador, onde você se sinta em condições e à vontade para participar da entrevista. O processo todo tem duração de aproximadamente 40 minutos.
- e) A pesquisadora Fernanda Pozza da Costa (mestranda da UFPR) é responsável pela condução desta pesquisa e poderá esclarecer eventuais dúvidas a respeito da mesma. Poderá ser contatada pelo telefone (47) 9971-6264 ou pelo e-mail fepozza@gmail.com.
- f) Estão garantidas todas as informações que você queira antes, durante e depois do estudo.
- g) A sua participação neste estudo é voluntária. Você tem a liberdade de se recusar a participar ou, se aceitar participar, retirar seu consentimento a qualquer momento.
- h) As informações relacionadas ao estudo poderão ser inspecionadas pelos membros da equipe que executam a pesquisa e pelas autoridades legais. No entanto, se qualquer informação for divulgada em relatório ou publicação, isto será feito sob forma codificada, para que a confidencialidade seja mantida.
- i) A sua participação na pesquisa será anônima.
- j) Todas as despesas necessárias para a realização da pesquisa não são da sua responsabilidade.
- k) Pela sua participação no estudo, você não receberá qualquer valor em dinheiro, sendo, portanto, sua participação voluntária.
- l) Quando os resultados forem publicados, não aparecerá seu nome, e sim um código.

Eu, Roberto Kano Miyake li o texto do TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO e compreendi a natureza e objetivo do estudo do qual fui convidado a participar. A explicação que recebi menciona os benefícios do estudo. Eu entendi que sou livre para interromper minha participação no estudo a qualquer momento sem justificar minha decisão. Eu entendi o que devo fazer durante o experimento e sei que qualquer problema relacionado à tarefa será tratado sem custos para mim.

Eu concordo voluntariamente em participar deste estudo.

Os itens 1 e 2:

minha participação
deve ser citada
e foto com referência
ao meu nome.


Assinatura do participante de pesquisa

14685417
RG

081562818-08
CPF

São Paulo, 03 de junho de 2011



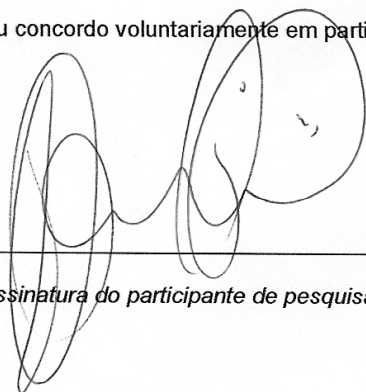
Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências Humanas, Letras & Artes
PPGDesign
Programa de Pós-Graduação em Design

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

- a) Você, maior de 18 anos de idade e do sexo masculino ou feminino, está sendo convidado a participar de um estudo intitulado **Análise de imagens de realidade aumentada utilizadas em procedimentos médicos: um estudo exploratório**. É através das pesquisas científicas que ocorrem os avanços importantes em todas as áreas, e sua participação é fundamental.
- b) O objetivo desta pesquisa é identificar aspectos sintáticos, semânticos e pragmáticos de **imagens em realidade aumentada representativas da anatomia humana** utilizadas em procedimentos médicos.
- c) Caso você faça parte da pesquisa, será necessário participar de um **entrevista**. Ela consiste em uma conversa a respeito de sua familiaridade ou perspectivas em relação ao uso de imagens médicas em Realidade Aumentada (RA).
- d) A pesquisa será conduzida em local acordado por você e pelo pesquisador, onde você se sinta em condições e à vontade para participar da entrevista. O processo todo tem duração de aproximadamente 40 minutos.
- e) A pesquisadora Fernanda Pozza da Costa (mestranda da UFPR) é responsável pela condução desta pesquisa e poderá esclarecer eventuais dúvidas a respeito da mesma. Poderá ser contatada pelo telefone (47) 9971-6264 ou pelo e-mail fepozza@gmail.com.
- f) Estão garantidas todas as informações que você queira antes, durante e depois do estudo.
- g) A sua participação neste estudo é voluntária. Você tem a liberdade de se recusar a participar ou, se aceitar participar, retirar seu consentimento a qualquer momento.
- h) As informações relacionadas ao estudo poderão ser inspecionadas pelos membros da equipe que executam a pesquisa e pelas autoridades legais. No entanto, se qualquer informação for divulgada em relatório ou publicação, isto será feito sob forma codificada, para que a confidencialidade seja mantida.
- i) A sua participação na pesquisa será anônima.
- j) Todas as despesas necessárias para a realização da pesquisa não são da sua responsabilidade.
- k) Pela sua participação no estudo, você não receberá qualquer valor em dinheiro, sendo, portanto, sua participação voluntária.
- l) Quando os resultados forem publicados, não aparecerá seu nome, e sim um código.

Eu, ISIDORO C. STANISLASKI li o texto do TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO e compreendi a natureza e objetivo do estudo do qual fui convidado a participar. A explicação que recebi menciona os benefícios do estudo. Eu entendi que sou livre para interromper minha participação no estudo a qualquer momento sem justificar minha decisão. Eu entendi o que devo fazer durante o experimento e sei que qualquer problema relacionado à tarefa será tratado sem custos para mim.

Eu concordo voluntariamente em participar deste estudo.



Assinatura do participante de pesquisa

4085629-3

RG

73194425900

CPF

Curitiba, 19 de outubro de 2011.



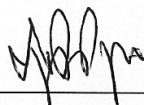
Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências Humanas, Letras & Artes
PPGDesign
Programa de Pós-Graduação em Design

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

- a) Você, maior de 18 anos de idade e do sexo masculino ou feminino, está sendo convidado a participar de um estudo intitulado **Análise de imagens de realidade aumentada utilizadas em procedimentos médicos: um estudo exploratório**. É através das pesquisas científicas que ocorrem os avanços importantes em todas as áreas, e sua participação é fundamental.
- b) O objetivo desta pesquisa é identificar aspectos sintáticos, semânticos e pragmáticos de **imagens em realidade aumentada representativas da anatomia humana** utilizadas em procedimentos médicos.
- c) Caso você faça parte da pesquisa, será necessário participar de um **entrevista**. Ela consiste em uma conversa a respeito de sua familiaridade ou perspectivas em relação ao uso de imagens médicas em Realidade Aumentada (RA).
- d) A pesquisa será conduzida em local acordado por você e pelo pesquisador, onde você se sinta em condições e à vontade para participar da entrevista. O processo todo tem duração de aproximadamente 40 minutos.
- e) A pesquisadora Fernanda Pozza da Costa (mestranda da UFPR) é responsável pela condução desta pesquisa e poderá esclarecer eventuais dúvidas a respeito da mesma. Poderá ser contatada pelo telefone (47) 9971-6264 ou pelo e-mail fepozza@gmail.com.
- f) Estão garantidas todas as informações que você queira antes, durante e depois do estudo.
- g) A sua participação neste estudo é voluntária. Você tem a liberdade de se recusar a participar ou, se aceitar participar, retirar seu consentimento a qualquer momento.
- h) As informações relacionadas ao estudo poderão ser inspecionadas pelos membros da equipe que executam a pesquisa e pelas autoridades legais. No entanto, se qualquer informação for divulgada em relatório ou publicação, isto será feito sob forma codificada, para que a confidencialidade seja mantida.
- i) A sua participação na pesquisa será anônima.
- j) Todas as despesas necessárias para a realização da pesquisa não são da sua responsabilidade.
- k) Pela sua participação no estudo, você não receberá qualquer valor em dinheiro, sendo, portanto, sua participação voluntária.
- l) Quando os resultados forem publicados, não aparecerá seu nome, e sim um código.

Eu, Luiz Pedro Lizzatto li o texto do TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO e compreendi a natureza e objetivo do estudo do qual fui convidado a participar. A explicação que recebi menciona os benefícios do estudo. Eu entendi que sou livre para interromper minha participação no estudo a qualquer momento sem justificar minha decisão. Eu entendi o que devo fazer durante o experimento e sei que qualquer problema relacionado à tarefa será tratado sem custos para mim.

Eu concordo voluntariamente em participar deste estudo.



Assinatura do participante de pesquisa

511.646

RG

057.011.639-20

CPF

Curitiba, 21 de out de 2011.