UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO

GISELE PINNA BRAGA

**Arquitetura e Comunicação: Proposta para o aprimoramento de aspectos
ergonômicos de reuniões por videoconferência em ambientes empresariais**

SÃO PAULO

2006

GISELE PINNA BRAGA

Arquitetura e Comunicação: Proposta para o aprimoramento de aspectos ergonômicos de reuniões por videoconferência em ambientes empresariais

Tese apresentada à Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, para a obtenção do título de Doutor em Arquitetura e Urbanismo.

Área de concentração: Estruturas Ambientais Urbanas.

Orientador: Prof. Dr. João Bezerra de Menezes

SÃO PAULO

2006

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE
TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA
FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Assinatura:

E-mail: giipinna@uol.com.br

Braga, Gisele Pinna
B813a Arquitetura e Comunicação: Proposta para o
aprimoramento de aspectos ergonômicos de reuniões
por videoconferência em ambientes empresariais /
Gisele Pinna Braga. - São Paulo, 2006.
295 p. : il.

Tese (Doutorado – Área de Concentração: Estruturas
Ambientais Urbanas) – FAUUSP.

Orientador: João Bezerra de Menezes

1. Ergonomia 2. Videoconferência 3. Interface 4.
Comunicação 5. Arquitetura 6. Ambiente organizacional
I. Título

CDU 62:658.3.053

Folha de Aprovação

Gisele Pinna Braga

**Arquitetura e Comunicação: Proposta
para o aprimoramento de aspectos
ergonômicos de reuniões por
videoconferência em ambientes
empresariais.**

Tese apresentada à Faculdade de Arquitetura e
Urbanismo da Universidade de São Paulo, para a
obtenção do título de Doutor em Arquitetura e
Urbanismo.

Área de concentração: Estruturas Ambientais
Urbanas.

Aprovado em:

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

*Ao Ramiro, meu marido,
pelo amor e apoio integral durante
toda a elaboração deste trabalho.*

Agradecimentos

Aos meus pais, que plantaram em mim a semente do amor e sempre confiaram incondicionalmente na minha capacidade de ser cada vez melhor.

Ao Ramiro, com quem tenho o prazer de compartilhar minha vida, meus sonhos e projetos, e que me mostrou que amar é, antes de tudo querer bem.

À Paty, Mariza e Vânia, que nos momentos de ansiedade me iluminaram com a sua experiência e sabedoria.

Aos meus irmãos, que sempre me mostraram a força da família.

Aos amigos Marina, Vivi, Márcia, Ana Paula, Ana Maria, Gi, Marilice, Andréia, Hosana, Dani, Maria da Graça, Armando e Cadu (in memoriam), pela sua amizade e apoio.

À Isabella, que me permite viver momentos inesquecíveis de maternidade.

Aos meus e-migos que me fizeram companhia nos momentos de estudo.

A Mara e Paulo Renato, Nanda e Enrique, que demonstraram a sua amizade.

À Léa, ao Prof. Botelho, ao Prof. Tozzi, ao Prof. Oriovisto, e ao UnicenP, pelo apoio para a finalização desta tese.

Ao Prof. João Bezerra de Menezes pela orientação deste trabalho.

À minha tia Mercês e aos meus avós Mozart e Antonio, que do outro lado iluminaram o meu caminho.

Resumo

BRAGA, G. P. Arquitetura e Comunicação: Proposta para o aprimoramento de aspectos ergonômicos de reuniões por videoconferência em ambientes empresariais. 2006. 295f. Tese (Doutorado). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

As tecnologias telemáticas se desenvolveram, trouxeram novas formas de viver e se incorporaram ao cotidiano de indivíduos e empresas.

No mundo contemporâneo, a comunicação à distância tem-se mostrado importante instrumento para o desenvolvimento dos países, organizações públicas e empresas, integrando diferentes comunidades e agilizando processos de decisão.

No cenário de desenvolvimento dessas tecnologias, a videoconferência é a ferramenta que agrega a maior quantidade de informações para um encontro mediado por tecnologia. Ela potencializa a comunicação pela integração das tecnologias de áudio, vídeo, e informática.

Por outro lado, as reuniões realizadas por videoconferência ainda têm um potencial limitado de comunicação, demandando estudos para seu aprimoramento. A Ergonomia foca seus estudos nos aspectos físicos, psíquicos e cognitivos, intervindo nas relações entre o homem, seu trabalho e meio físico. Por isso, apresenta-se como um instrumento adequado de intervenção para melhorar a comunicação de uma reunião por videoconferência.

Iniciamos esta tese mostrando como as tecnologias de comunicação fizeram parte da vida cotidiana dos povos ocidentais e como as tecnologias de videoconferência se situam enquanto instrumento de comunicação empresarial.

Em seguida, realizamos uma comparação entre os aspectos ergonômicos de uma reunião presencial e os de uma reunião em videoconferência. Identificamos os ruídos provocados pela utilização dos sistemas de videoconferência e verificamos que grande parte deles diz respeito à questão da ambientação da interface de comunicação no espaço.

Mostramos ainda como diversos tipos de interface de comunicação (pinturas, panoramas, espelhos, cinema, fotografia e desenho animado) foram utilizados para ambientar o espaço com a interface de comunicação. Exploramos as várias formas de intervenção no espaço, buscando identificar os aspectos ergonômicos que valorizam a informação comunicada e os elementos do contexto espacial que fazem com que esta se potencialize.

A partir desses estudos, propomos critérios a que uma interface de comunicação deveria atender a fim de valorizar a comunicação da reunião por videoconferência. Indicamos ainda uma alternativa tecnológica para cada um dos critérios especificados.

Concluimos com uma discussão sobre os caminhos abertos para novas pesquisas em diversas áreas do conhecimento, e com uma reflexão sobre a influência da incorporação destes no desenvolvimento dos projetos de arquitetura.

Palavras-chave: videoconferência, interface, ergonomia, espaço, comunicação, arquitetura.

Abstract

BRAGA, G. P. Architecture and Communication: Improving ergonomics effectiveness in corporative videoconferencing meetings. 2006. 295 pages. Thesis (Doctoral). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

In contemporary time, distant communication has been an important tool for business development, since it permits people from all over the world to meet quickly by using telematic technologies. Videoconference has been used as an ordinary tool for that purpose, which provides the sharing of audio, video and computer information.

Unfortunately, videoconference communication is a poor means for distance meetings and its efficiency must urgently be improved.

Besides, “the central approach of human factors is the systemic application of relevant information about human characteristics and behavior to design the man-made objects, facilities and environments that people use”¹. Therefore, it is a relevant instrument for achieving more efficient distant meeting.

Firstly, we give an overview of communication technologies applied to business, identifying how videoconferencing systems have been used as a corporative communication instrument.

Secondly, we compare live meetings to videoconference ones, searching for differences in human factors that indicate loss of information caused by the use of a communication system.

¹ Mc Cormick, 1976.

Thirdly, we demonstrate how different communication interfaces produced by man were used to integrate the perception of the physical space and the virtual space shown on them.

Consequently, we propose a list of criteria that an interface should meet, in order to improve human factors in distant meetings through a videoconference system.

Finally, we provoke a discussion about other possible applications and we also examine how architecture can be modified by considering those criteria in regard to its design.

Keywords: videoconference, interface, ergonomics, space, communication, architecture, human factors.

Sumário

<i>Lista de ilustrações</i>	12
<i>Lista de gráficos</i>	23
<i>Lista de tabelas</i>	24
<i>Lista de abreviaturas e siglas</i>	26
1. Introdução	28
2. A evolução da comunicação empresarial	62
3. Reunião presencial versus reunião por videoconferência	95
4. Aspectos ergonômicos de espaços com interfaces de comunicação	146
5. Proposta para interface de videoconferência	217
6. Conclusão	260
7. Referências Bibliográficas	268
8. Apêndice: Pesquisa com usuários de videoconferência em empresas	282

Lista de Ilustrações

Introdução	Página
Fig. 1.1 – Imagem ilustrativa de videoconferência Desktop. Fonte: Banco de imagens Imagebank.	39
Fig. 1.2 – equipamento típico de videoconferência set-top. Fonte: Seal Telecom. www.sealtelecom.com.br . Acessado em 20 de março de 2005.	39
Fig. 1.3 – Equipamento típico de videoconferência <i>set-top</i> com televisor para a visualização de documentos eletrônicos. Fonte: www.tandberg.com . Divulgação do fabricante. Acessado em 20 de março de 2005.	39
Fig. 1.4 – Sala de videoconferência da empresa Barnesandnoble.com Fonte: FRANKEL, Elana. Design secrets: office spaces. Gloucester: Rockport, 2001.	40
Fig. 1.5 – Sala de videoconferência instalada no auditório da empresa. A tela possui 3 x 4,9 metros e recebe projeção por trás. Fonte: FRANKEL, Elana. Design secrets: office spaces. Gloucester: Rockport, 2001.	40
Fig. 1.6 – Mesa desenvolvida pela Wilcox Woodwork, Inc Fonte: http://www.videoteleconferencingfurniture.com/ . Acessado em 20 de março de 2005.	48
Fig. 1.7 – Sala de videoconferência da McGill University. Fonte: McGill University, 2006.	48
Fig. 1.8 - Escritório da barnesandnoble.com. Fonte: BROTO, Carles. Nuevos Espacios Comerciales . Barcelona: Instituto Monsa de Ediciones, 2002.	48
Fig. 1.9 – Captura de imagem com múltiplas câmeras para efeito estereoscópico; Fonte: http://www.advanced.org/tele-immersion/news.html , acesso em 15 de dezembro de 2005.	50
Fig. 1.10 – Telecubículo. Demonstração realizada em outubro de 2000 entre Nova Iorque e Carolina do Norte. Fonte: http://www.advanced.org/tele-immersion/news.html acesso em 15 de dezembro de 2005.	50
Fig. 1.11 – Protótipo do telecubículo. Junho de 2000. Universidade da Carolina do Norte (NC). Fonte: http://www.advanced.org/tele-immersion/news.html , acesso em 15 de dezembro de 2005	50
Fig. 1.12 – Ambiente imersivo em UIUC. Fonte: http://cairo.cs.uiuc.edu/teleimmersion/index.html acesso em 19 de maio de 2006.	51
Fig. 1.13 – Ambiente imersivo em Berkeley. Fonte: http://cairo.cs.uiuc.edu/teleimmersion/index.html acesso em 19 de maio de 2006.	51

Fig. 1.14 – Alison Mitchell rege remotamente a orquestra “The York Guildhall”. 53

Fonte: Projeto BT Music On-line. <http://music.york.ac.uk/musiconline/> acesso em 07 de maio de 2006.

Fig. 1.15 - Kevin Hathway rege remotamente a orquestra “The York Guildhall”. 53

Fonte: Projeto BT Music On-line. <http://music.york.ac.uk/musiconline/> acesso em 07 de maio de 2006.

Fig. 1.16 – Ponto de encontro imersivo. 53

Fonte: Heinrich-Hertz Institut. http://ip.hhi.de/imedia_G3/impoint2.htm acesso em 05 de março de 2005.

Fig. 1.17 – Reunião com o uso do Hiperespelho realizada em outubro de 2001. 54

Fonte: National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST), 2006.

Capítulo 2

Fig. 2.1 – Processamento de informações em um sistema homem-máquina. 67

Fonte: Mc CORMICK, p.9, 1976.

Fig. 2.2 – Processamento de informações em um sistema homem-máquina-ambiente. 68

Fonte: Proposta da autora baseada no diagrama de Mc CORMICK (Fig. 2.1)

Fig. 2.2 – A máquina Enigma, utilizada pelos alemães na II Guerra Mundial para se comunicar com mensagens criptografadas. 79

Fonte: National Security Agency, 2006.

Capítulo 3

Fig. 3.1 – Objeto de estudo: Sala de reunião presencial para 8 pessoas; Identificação da sala: **A**. 97

Fonte: Proposta da autora, 2006.

Fig. 3.2 – Objeto de estudo: Sala de reunião para videoconferência; Identificação da sala: **B**. 98

Fonte: Proposta da autora, 2006.

Fig. 3.3 – Objeto de estudo: Sala de reunião para videoconferência; Identificação da sala: **C**. 98

Fonte: Proposta da autora, 2006.

Fig. 3.4 – Alinhamento sonoro dos participantes, distâncias diferentes. Intensidade do estímulo sonoro. 102

Fonte: Desenho e análise da autora, 2005.

Fig. 3.5 – Recepção do estímulo sonoro em uma roda de amigos. 103

Fonte: Análise proposta pela autora, 2005.

Fig. 3.6 – Reconhecimento da posição angular da fonte através da disparidade sonora. Fonte: Desenho e análise da autora, 2005.	103
Fig. 3.7 - Equivalência sonora na comunicação, possível com até três participantes. Fonte: Desenho e análise da autora, 2005.	104
Fig. 3.8 – Reprodução do som mono na Sala B . Todos recebem o som de uma única fonte. Fonte: Desenho e análise da autora, 2006.	105
Fig. 3.9 – Captura do som na reunião em videoconferência com sistema mono. Captura única. 1, 2 e 3: participantes da reunião. Fonte: Desenho e análise da autora, 2006.	105
Fig. 3.10 – Características visuais do campo de visão humano. Fonte: Tilley, Alvin. As medidas do homem e da mulher . Porto Alegre: Bookman, 2005. p. 24	110
Fig. 3.11 – Gradação do privilégio espacial no campo visual. Fonte: Desenho e análise da autora, 2005.	111
Fig. 3.12 – Porção do espaço capturado pela câmera de videoconferência. Fonte: Desenho e análise da autora, 2006.	112
Fig. 3.13 – Equivalência do campo visual. Fonte: Desenho e análise da autora, 2005.	113
Fig. 3.14 – Campo visual dos participantes da reunião presencial. Fonte: Desenho e análise da autora, 2006.	114
Fig. 3.15 – Campo visual dos participantes da reunião em videoconferência. Fonte: Desenho e análise da autora, 2006.	114
Fig. 3.16 – Gradação dos estímulos visuais e sonoros. Fonte: Desenho e análise da autora, 2005.	115
Fig. 3.17 – Compensação espacial para equivalência da comunicação. Fonte: Proposta de distribuição da autora, 2005.	116
Fig. 3.18 – Campo visual do olho direito e esquerdo. Campo de visão binocular. Fonte: GIBSON, p.73.	122
Fig. 3.19 – Ângulo de convergência binocular para objetos perto e longe. Fonte: Desenho e análise da autora, 2005.	123

Fig. 3.20 – Lateralidade visual: visão do objeto a partir de múltiplos pontos amplifica a informação visual. Fonte: Desenho e análise da autora, 2006.	125
Fig. 3.21 – Imagens do objeto visualizadas por A, B e C. Fonte: Desenho e análise da autora, 2006.	125
Fig. 3.22 – Diminuição da porção ocupada pela imagem no campo visual conforme o espectador se desloca para o lado, ficando à mesma distância do aparelho. Fonte: Desenho e análise da autora, 2006.	126
Fig. 3.23 – Análise gráfica comparativa da porção ocupada pela imagem no campo visual nos observadores nas posições 1 e 2. Fonte: Desenho e análise da autora, 2006.	126
Fig. 3.24 – Gradação da zona privilegiada de recepção da imagem da tela. Fonte: Desenho e análise da autora, 2006.	127
Fig. 3.25 – Detalhe do rosto de Mona Lisa (La Gioconda) de Leonardo da Vinci (1502). Fonte: Gombrich, p.302.	135
Fig. 3.26 – Classificação das distâncias segundo Edward Hall. Fonte: Interpretação do autor sobre os espaços descritos por E. Hall, 2005.	137
Fig. 3.27 – Organização espacial e hierarquia psicológica. Fonte: Desenho e análise da autora sobre os espaços descritos por E. Hall, 2005.	138
Fig. 3.28 – Organização espacial para grupos de 18 pessoas. Fonte: Desenho e análise da autora sobre os espaços descritos por E. Hall, 2005.	139

Capítulo 4

Fig. 4.1 – A primeira demonstração de Brunelleschi. Fonte: Plátano, 2000.	153
Fig. 4.2 – A Trindade. Masaccio. As linhas convergem para o ponto de fuga central. Fonte: Gombrich, 1999 e edição da autora, 2005.	154
Fig. 4.3 - A Trindade. Masaccio. Contextualização espacial e observador coincidente com ponto de fuga. Fonte: Foto da autora, 2005.	154

Fig. 4.4 - Corte transversal do suposto espaço que fora representado na perspectiva de acordo com Sanpaolesi (1962, figura C, opp. p. 52) Fonte: Kubovy, 1986 e edição da autora, 2005.	155
Fig. 4.5 – Um velho mercador e sua esposa, pintados “do lado de fora” da cena. Fonte: Gombrich, 1999 e edição da autora, 2005.	156
Fig. 4.6 – Igreja de San Satiro, Milão. Nave central – visão do observador. Fonte: Foto da autora, 2005.	159
Fig. 4.7 - Igreja de San Satiro, Milão. Perspectiva do espaço não construído. Fonte: Foto da autora, 2005.	159
Fig. 4.8 – Planta da Capela de Santa Maria de San Satiro, Milão. Fonte: desenho de Luciano Patetta (1995) e edição da autora, 2005.	160
Fig. 4.9 – Visão a partir do ponto (C) dos planos desenhados para reforçar a perspectiva. Desse ângulo, é possível ver o truque óptico que mescla perspectiva e volume para criar o espaço virtual desejado. Fonte: Foto da autora, 2005.	161
Fig. 4.10 – Detalhe da profundidade do coro da igreja, a partir do ponto (D). Fonte: Foto da autora, 2005.	161
Fig. 4.11 – Capela Sistina, Vaticano. Fonte: Gombrich, 1999.	162
Fig. 4.12 – Capela Sistina, Vaticano. Detalhe do teto. Fonte: Gombrich, 1999 e edição da autora, 2005.	163
Fig. 4.13 – Igreja de Santo Inácio de Loyola, Roma. Pintura do teto. Fonte: material gráfico do local, 2005.	165
Fig. 4.14 – Igreja de Santo Inácio de Loyola, Roma. Pilares reais e a continuação desses elementos na pintura. Fonte: Foto da autora, 2005.	166
Fig. 4.15 – Igreja de Santo Inácio de Loyola, Roma. Detalhe do jogo de luz e sombra nos volumes cujas fontes de luz coincidem com as aberturas reais. Fonte: Foto e análise da autora, 2005.	167

Fig. 4.16 – Igreja de Santo Inácio de Loyola, Roma. Visão da cúpula virtual a partir do ponto médio da nave. Nota-se a equivalência ergonômica no contexto espacial. Fonte: Foto da autora, 2005.	170
Fig. 4.17 – Igreja de Santo Inácio de Loyola, Roma. Vista ortogonal da cúpula virtual. Fonte: Foto da autora, 2005.	170
Fig. 4.18 – Igreja de Santo Inácio de Loyola, Roma. Vista da cúpula a partir do altar. Fonte: Foto da autora, 2005.	170
Fig. 4.19 – Igreja de Santo Inácio de Loyola, Roma. Detalhe do teto do altar. Fonte: Foto e análise da autora, 2005.	171
Fig. 4.20 – Igreja de Santo Inácio de Loyola, Roma. Detalhe da perna que parece saltar para fora. Fonte: Foto da autora, 2005.	173
Fig. 4.21 – Igreja de Santo Inácio de Loyola, Roma. Idem, em projeção ortogonal. Fonte: Material gráfico do local, 2005.	174
Fig. 4.22 – Corte e Planta do Panorama em Embankment Gate, Hamburgo, 1980. Fonte: OETTERMAN, Stephan. The Panorama : History of a Mass Medium. New York. Zone Books, 1997, p.246.	175
Fig. 4.23 – Corte do Panorama. Fonte: OETTERMAN, Stephan. The Panorama : History of a Mass Medium. New York. Zone Books, 1997, p.50.	176
Fig. 4.24 – Tela com representações bidimensionais e <i>terreno falso</i> com objetos tridimensionais. Fonte: OETTERMAN, Stephan. The Panorama : History of a Mass Medium. New York. Zone Books, 1997, p.56.	177
Fig. 4.25 – Cyclorama de Jerusalém, em Sainte-Anne-de-Beaupré, visitado pela autora em julho de 2006. Objetos tridimensionais no terreno falso se integram visualmente com a representação bidimensional pintada na tela. Fonte: Material gráfico do local e edição da autora, 2006.	177
Fig. 4.26 – Panorama do topo da torre da Igreja de St. Giles, Edimburgo. Fonte: The Edinburgh Virtual Environment Centre - http://www.edvec.ed.ac.uk , acesso em 18/dez/2005.	180
Fig. 4.27 – Cyclorama de Jerusalém, visitado pela autora em julho de 2006. Um dos poucos remanescentes hoje. Fonte: Material gráfico do local, 2006.	180
Fig. 4.28. – Panorama do Rio de Janeiro. Fonte: Museu Victor Meirelles, 2006.	180

Fig. 4.29 – Narciso - Óleo sobre tela, pintado por Caravaggio entre 1546-48. Fonte: Galleria Nazionale d'Arte Antica, Roma.	181
Fig. 4.30 – Bruxa e o Espelho Mágico. História da Branca de Neve e os Sete Anões dos irmãos Grimm, produzida por Walt Disney. Fonte: Walt Disney Art Classics, Disney.Co	182
Fig. 4.31 – O casamento de Arnolfini. Jan Van Eyck, 1434. Fonte: Gombrich, 1995.	183
Fig. 4.32 – Detelhe da imagem refletida pelo espelho. Fonte: Gombrich, 1995.	183
Fig. 4.33 – Espaço físico construído com espelho a 45 graus no final do corredor. Fonte: Desenho e análise da autora, 2005.	186
Fig. 4.34 – Espaço percebido pela reflexão do espelho. Percepção duplicada do tamanho do corredor. Fonte: Desenho e análise da autora, 2005.	186
Fig. 4.35 – Observador vendo ambiente A iluminado. Fonte: Desenho e análise da autora, 2005.	187
Fig. 4.36 – Observador vendo ambiente B (iluminado) através de sua reflexão no espelho. Fonte: Desenho e análise da autora, 2005.	187
Fig. 4.37 – Visão binocular de imagem refletida pelo espelho. Fonte: Desenho e análise da autora, 2005.	188
Fig. 4.38 – Composição de imagens e espelho a 45 graus para produção de efeito estereoscópico. Museu Camera Obscura – Edimburgo. Fonte: Foto do autor, 2005.	189
Fig. 4.39 – Visualização do efeito estereoscópico. Fonte: Foto do autor, 2005.	189
Fig. 4.40 – Chrysler Building – Nova York. Superfície espelhada, desmaterializando a fachada. Fonte: Foto de Nick Dolding, Imagebank.	190
Fig. 4.41 – Taj Mahal – Índia. Espelho d'água projetado para refletir o edifício para a composição do campo visual. Fonte: Fotos de Steve Allen, Gettyimages – imagebank.com. acessado em 20 de abril de 2006.	191

Fig. 4.42 – Museu Oscar Niemeyer, Curitiba. A percepção do apoio é modificada pela reflexão do volume no espelho d'água. Fonte: Foto da autora, 2005.	191
Fig. 4.43 – Museu Oscar Niemeyer, Curitiba. Detalhe da reflexão do apoio no espelho d'água. Fonte: Foto da autora, 2005.	191
Fig. 4.44 – Espelhos da cúpula do Reichstag que direcionam a luz do sol para dentro da sala do Parlamento. Fonte: JODIDIO, Philip. Sir Norman Foster . Koln: Taschen, 1997, pg. 144 e edição do autor, 2005.	192
Fig. 4.45 – Espelhos da cúpula do <i>Reichstag</i> que direcionam a luz do sol para dentro da sala do Parlamento. Fonte: Foto da autora, 1999.	193
Fig. 4.46 – Elevador sem espelho e com duas pessoas. Fonte: Desenho e análise da autora, 2005.	194
Fig. 4.47 – Elevador com espelho no fundo e duas pessoas. Fonte: Desenho e análise da autora, 2005.	194
Fig. 4.48 – Navio Empress of the Seas – Royal Caribbean. Cabine Smaller Oceanview - 9.85 m ² . Espelho estrategicamente colocado no lugar em que as pessoas ficam e destinado a ampliar a sensação espacial. Fonte: Royal Caribbean International, 2005.	194
Fig. 4.49 Representação do espaço interno da cabine. Fonte: Royal Caribbean International, 2005.	194
Fig. 4.50 – <i>Camera obscura</i> – 1646. Fonte: CRARY, Johnathan. Techniques of the Observer: On vision and modernity in the nineteenth century . Cambridge: MIT Press, 1990, p.39.	195
Fig. 4.51 – Fotos de cavalos em movimento. Eadweard Muybridge, 1878. Fonte: Stanford University of Art, 2005.	197
Fig. 4.52 – Panorama de Curitiba. Fonte: Foto de Ricardo Toseto Ciquelero, 01 de abril de 2006.	198
Fig. 4.53 – Dispositivo popular para a visualização monoscópica de uma foto, de forma a abarcar grande porção do campo visual levando o observador à cena. Fonte: Desenho da autora, 2005.	198
Fig. 4.54 – Parte posterior do dispositivo. Fonte: Desenho da autora, 2005.	198

Fig. 4.55 – Estereograma em Cartão Postal. Vista interna do escritório. Final do século XIX. Fonte: Publicação de E&HT Anthony.	199
Fig. 4.56 – Dispositivo estereoscópico para a visualização de cartões postais, 1849. Fonte: CRARY, Johnathan. Techniques of the Observer: On vision and modernity in the nineteenth century. Cambridge: MIT Press, 1990, p.121.	200
Fig. 4.57 – As designers e um de seus papéis de parede single-tapete® Fonte: www.single-tapete.de , acesso em outubro de 2005.	201
Fig. 4.58 - Papel de parede single-tapete® em loja de Frankfurt, Alemanha, 2004. Fonte: www.single-tapete.de , acesso em outubro de 2005.	202
Fig. 4.59 – Corte esquemático da sala de projeção do IMAX, com 30 metros de diâmetro. Fonte: www.howstuffworks.com	207
Fig. 4.60 – Imagem projetada do objeto na tela e imagem percebida no sistema de projeção com feixes polarizados e utilização de óculos com lentes polarizadoras. Fonte: Desenho e análise da autora, 2006.	210
Fig. 4.61 – Imagem ilustrativa de divulgação do show Muppet Vision 4D da MGM Studios. Fonte: Disney. Co.	215
Fig. 4.62 – Imagem ilustrativa de divulgação do show <i>Turtle Talk</i> da <i>EPCOT Center</i> . Fonte: Disney. Co.	215

Capítulo 5

Fig. 5.1 – Sala de videoconferência com duas câmeras, sem sobreposição de imagens. As áreas hachuradas representam o ângulo de abertura das câmeras 1 e 2. Fonte: Desenho e análise da autora, 2006.	219
Fig. 5.2 – Na reunião por videoconferência, todos os participantes da sala (B) vêem os participantes de (C) sob o mesmo ponto de vista. Fonte: Desenho e análise da autora, 2006.	220
Fig. 5.3 – Campo visual hipotético de um participante da reunião presencial. Fonte: Desenho e análise da autora, 2006.	220
Fig. 5.4 – Campo visual hipotético de outro participante da reunião presencial. Fonte: Desenho e análise da autora, 2006.	220

Fig. 5.5 – Interface proposta com toda a extensão da parede. Espaço físico versus espaço percebido. Fonte: Desenvolvimento da autora, 2005.	222
Fig. 5.6 – Vista frontal do esquema proposto para o <i>pixel</i> volumétrico composto por vários <i>micropixels</i> . Fonte: Proposta e desenho da autora, 2006.	223
Fig. 5.7 – Vista lateral do esquema proposto para o <i>pixel</i> volumétrico da interface. Fonte: Proposta e desenho da autora, 2006.	223
Fig. 5.8 – Esquema do detalhe da extremidade do <i>pixel</i> volumétrico (<i>micropixel</i>). Fonte: Proposta e desenho da autora, 2006.	223
Fig. 5.9 – <i>Pixel</i> volumétrico proposto que deve emitir raios luminosos distintos (através de seus <i>micropixels</i>) em diversas direções, para serem vistos diferentemente pelos usuários 1 e 2. Fonte: Desenho, análise e proposta da autora, 2006.	224
Fig. 5.10 – Ângulo de visão na posição do participante (2). A cor visualizada do mesmo <i>pixel</i> é diferente da visualizada pelo participante (1) Fonte: Desenho e análise da autora, 2006.	225
Fig. 5.11 – Ângulo de visão na posição do participante (1). A cor visualizada do mesmo <i>pixel</i> é diferente da visualizada pelo participante (2). Fonte: Desenho e análise da autora, 2006.	225
Fig. 5.12 – A <i>Parede de Pixels</i> , o <i>pixel</i> volumétrico e o campo visual proporcionado pela interface proposta. Fonte: Desenho e análise da autora, 2006.	226
Fig. 5.13 – Esquema de funcionamento da tecnologia lenticular. Fonte: 3D LCD Technology . Vídeo Technology Magazine, set. 2004.	227
Fig. 5.14 – A visualização ampliada de um participante na reunião por videoconferência. Fonte: Desenho e análise da autora, 2006.	228
Fig. 5.15 – A <i>Parede de Bits</i> , que proporciona a visualização em tamanho natural dos participantes da reunião por videoconferência. Fonte: Desenho e análise da autora, 2006.	229
Fig. 5.16 – Efeito estereoscópico possibilitado pela <i>Parede de Pixels</i> . Fonte: Desenho e análise da autora, 2006.	231
Fig. 5.17 – Com uma câmera convencional, o espaço filmado é restrito pelo ângulo de abertura da lente. Fonte: Desenho e análise da autora, 2006.	235

Fig. 5.18 – Com a *Parede de Pixels* o espaço todo da sala é apresentado na outra sala de videoconferência, permitindo que qualquer movimentação dos participantes pela área seja vista. 235

Fonte: Desenho e análise da autora, 2006.

Fig. 5.19 – Interface proposta com toda a extensão toda da parede. 236

Fonte: Desenho e análise da autora, 2006.

Fig. 5.20 – Raio luminoso capturado pelo *pixel* volumétrico em **(B)** e reproduzido em **(C)**. 237

Fonte: Desenho e análise da autora, 2006.

Fig. 5.21 – Interface proposta com a apresentação de documento eletrônico. 248

Fonte: Desenho e análise da autora, 2006.

Capítulo 6

Fig. 6.1 – Sala de reuniões com a interface proposta, estabelecendo a comunicação com duas outras salas da empresa, distantes daquela localidade. 266

Fonte: Desenho e análise da autora, 2006.

Fig. 6.2 – Representação ilustrativa das três salas de reunião conectadas pela interface de videoconferência proposta. 266

Fonte: Desenho e análise da autora, 2006.

Lista de Gráficos

	Página
Gráfico 3.1- Função arcotangente. X=distância do observador, Y=alfa. Fonte: Desenho e análise da autora, 2005.	124
Gráfico 8.1 – Preferência dos entrevistados quanto aos meios de comunicação disponíveis para reunião empresarial Fonte: Desenho e análise da autora, 2005.	286
Gráfico 8.2 – Frequência de participação em reuniões por videoconferência entre os entrevistados Fonte: Desenho e análise da autora, 2005.	287
Gráfico 8.3 – Principais motivos que levam os entrevistados a participarem de reuniões por videoconferência. Fonte: Desenho e análise da autora, 2005.	288
Gráfico 8.4 – Número médio de pessoas com quem os entrevistados mantém relacionamento profissional em que há necessidade de uso de videoconferência. Fonte: Desenho e análise da autora, 2005.	289
Gráfico 8.5 – Número médio de participantes de uma reunião em videoconferência segundo os entrevistados. Fonte: Desenho e análise da autora, 2005.	290
Gráfico 8.6 – Distribuição dos tipos de sistema utilizados para reuniões por videoconferência nas empresas. Fonte: Desenho e análise da autora, 2005.	291
Gráfico 8.7 – Capacidade média de uma sala de reuniões comum nas empresas entrevistadas. Fonte: Desenho e análise da autora, 2005.	291
Gráfico 8.8 – Grau de satisfação com os atuais sistemas de videoconferência. Fonte: Desenho e análise da autora, 2005.	292
Gráfico 8.9 – Identificação dos fatores mais relevantes para os entrevistados que desmotivam o uso dos atuais sistemas de videoconferência. Fonte: Desenho e análise da autora, 2005.	293
Gráfico 8.10 – Grau de concordância ou discordância da equivalência entre reunião por videoconferência e reunião presencial. Fonte: Desenho e análise da autora, 2005.	295

Lista de Tabelas

Página

Tabela 1.1 – Obras visitadas e citadas neste trabalho. Fonte: Produção da autora, 2006.	59
Tabela 2.1 – Análise do sistema do diálogo composto por duas pessoas. Fonte: Análise da autora.	68
Tabela 2.2 – Análise da produção da Carta de Caminha. Fonte: Análise da autora.	72
Tabela 2.3 – Análise do processo de leitura da Carta de Caminha. Fonte: Análise da autora.	73
Tabela 2.4 – Análise do processo de comunicação por telégrafo. Fonte: Análise da autora.	78
Tabela 2.5 – Análise da comunicação criptografada da máquina <i>Enigma</i> . Fonte: Análise da autora.	80
Tabela 2.6 – Análise da comunicação por telefone. Fonte: Análise da autora.	84
Tabela 3.1 – Relação entre informação e estímulo na reunião empresarial Fonte: Desenvolvimento da autora, 2005.	99
Tabela 3.2 - Indícios monoculares e binoculares para a percepção profunda Fonte: STERNBERG, Robert J. Psicologia Cognitiva . Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 2000. p.115	119
Tabela 3.3 – Quadro-resumo do mapeamento comparativo das informações visuais presentes na reunião presencial e na mediada por videoconferência. Fonte: Análise e produção da autora, 2005.	143
Tabela 3.4 – Quadro-resumo do mapeamento comparativo das informações sonoras presentes na reunião presencial e na mediada por videoconferência. Fonte: Análise e produção da autora, 2005.	144
Tabela 3.5 – Quadro-resumo do mapeamento comparativo das informações de documentos físicos presentes na reunião presencial e na mediada por videoconferência. Fonte: Análise e produção da autora, 2005.	145
Tabela 3.6 – Quadro-resumo do mapeamento comparativo das informações de documentos eletrônicos presentes na reunião presencial e na mediada por videoconferência. Fonte: Análise e produção da autora, 2005.	145

Tabela 5.1 – Estímulos e informações visuais - desafio e proposta conceitual. Fonte: Análise e produção da autora, 2006.	251
Tabela 5.2 - Proposta para os estímulos visuais. Fonte: Análise e produção da autora, 2006.	252
Tabela 5.3 - Alternativa tecnológica para os estímulos visuais. Fonte: Análise e produção da autora, 2006.	253
Tabela 5.4 - Estímulos e informações sonoras - desafio e proposta conceitual. Fonte: Análise e produção da autora, 2006.	254
Tabela 5.5 - Proposta para os estímulos sonoros. Fonte: Análise e produção da autora, 2006.	255
Tabela 5.6 - Alternativa tecnológica para os estímulos sonoros. Fonte: Análise e produção da autora, 2006.	256
Tabela 5.7 - Estímulos referentes aos documentos físicos - desafio e proposta conceitual. Fonte: Análise e produção da autora, 2006.	257
Tabela 5.8 - Estímulos referentes aos documentos eletrônicos - desafio e proposta conceitual. Fonte: Análise e produção da autora, 2006.	257
Tabela 5.9 - Proposta para os documentos físicos. Fonte: Análise e produção da autora, 2006.	258
Tabela 5.10 - Proposta para os documentos eletrônicos. Fonte: Análise e produção da autora, 2006.	258
Tabela 5.11 - Alternativa tecnológica para os documentos físicos. Fonte: Análise e produção da autora, 2006.	259
Tabela 5.12 - Alternativa tecnológica para os documentos eletrônicos. Fonte: Análise e produção da autora, 2006.	259

Lista de Abreviaturas e Siglas

2D	Bidimensional
3D	Tridimensional
CeBIT	Feira Internacional de Tecnologia de Informação, Telecomunicações, Softwares e Serviços, realizada anualmente em Hannover, Alemanha.
AIST	National Institute of Advanced Industrial Science and Technology. (Instituto Nacional de Ciência Industrial Avançada e Tecnologia)
CAADRIA	Conference on Computer Aided Architectural Design Research (Conferência sobre Pesquisa em Projeto Arquitetônico Auxiliado por Computador)
CAD	Computer Aided Design (Projeto Auxiliado por Computador)
DDD	Discagem Direta à Distância
DDI	Discagem Direta Internacional
DTS	Digital Theater System
EPCOT	Experimental Prototype Community of Tomorrow (Comunidade Protótipo Experimental do Futuro)
ETH	Eidgenössische Technische Hochschule. (Universidade Técnica Federal da Suíça)
EUA	Estados Unidos da América
FIG	Figura
FL	Flórida
IMAX	Image Maximum (Imagem máxima)
ICQ	“I Seek You” em inglês. Trad: “Eu procuro você”
LCD	Liquid Crystal Display (<i>Display</i> de Cristal Líquido)
MGM	Metro-Goldwyn-Mayer.
MSN	Microsoft Network

NASA	National Aeronautics and Space Administration (Administração Aero-espacial Nacional)
NC	North Carolina (Carolina do Norte)
NY	New York (Nova Iorque)
OMC	Organização Mundial do Comércio
SAC	Serviço de Atendimento ao Cliente
SDDS	Sony Dynamic Digital Sound
UCB	University of Califórnia, Berkeley (Universidade da Califórnia em Berkeley)
UIUC	University of Illinois at Urbana-Champaign (Universidade de Illinois em Urbana-Champaign)

1. Introdução

O ambiente em que escolhemos viver reflete a forma pela qual vemos o mundo. A construção da nossa visão de mundo acontece por meio das vivências no espaço, que permeiam o desenvolvimento da consciência, da percepção e da autopercepção das pessoas, assim como o seu senso de identidade (Ostrower, 1995). Apesar de essa construção ser um percurso natural a todos os seres humanos, independentemente de seus valores, as relações sociais formam uma herança cultural que é refletida na ação criativa. Assim, conforme construímos os espaços que utilizamos, neles colocamos nossa marca cultural, sem a qual o processo criativo se torna impossível.

Embora seja o indivíduo que age, escolhe e define propostas e ainda as elabora e as configura de um modo determinado, trata-se também, talvez antes de tudo, de uma questão cultural. Não só a ação do indivíduo é condicionada pelo meio social, como também as possíveis formas a serem criadas têm que vir ao encontro de conhecimentos existentes, de possíveis técnicas ou tecnologias, respondendo a necessidades sociais e aspirações culturais. (Ostrower, p.40).

Portanto, as necessidades sociais e aspirações culturais provocam mudanças na configuração dos espaços e do meio em que vivemos. Da mesma forma, esses espaços modificados são fonte para a percepção de identidade do indivíduo e atuam também como fator modificador das relações sociais.

Consideramos “espaço” no sentido descrito por Zevi (1996):

Mas a arquitetura não provém de um conjunto de larguras, comprimentos e alturas dos elementos construtivos que encerram o espaço, mas precisamente do vazio, do espaço encerrado, do espaço interior em que os homens andam e vivem. (Zevi, p.18).

Acrescentamos também, a essa noção de espaço, a definição proveniente da teoria social que, segundo Castells (2000, p.436), “é o suporte material de práticas sociais de tempo compartilhado”.

Nesse contexto, o aumento das distâncias na cidade descrito por Mitchell (2002) transformou a cidade e a arquitetura provocando mudanças nas relações sociais e comerciais.

Outro fator importante é a mudança tecnológica que impacta sobre a vida e o modo de pensar das pessoas, que reestruturam sua visão de mundo a partir de novas formas de interagir com ele, estabelecendo novas relações para a construção de seus espaços. “Cada novo sistema de comunicação e de transporte modifica o sistema das proximidades práticas, isto é, o espaço pertinente para as comunidades humanas” (LÉVY, 2002, p.22).

Artistas e intelectuais influenciados pelas relações sociais, comerciais e tecnológicas compilam a nossa cultura e provocam reflexões sobre tais mudanças, apresentando em sua produção artística a visão de mundo característica de seu momento histórico.

No Renascimento, a representação em perspectiva, importante desenvolvimento técnico que “tem como função mais óbvia racionalizar a representação do espaço”¹ (KUBOVY, 1986, p.1), reflete a atitude de racionalizar a intervenção no mundo. Assim, dadas as condições tecnológicas da época, esse método foi desenvolvido e formalizou a visão racional do espaço tridimensional.

Portanto, a circunstância tecnológica de cada época impacta sobre a construção do ambiente no qual vivemos.

¹ Tradução da autora. Texto original: “The most obvious function of perspective was to rationalize the representation of space”(KUBOVY, 1986, p.1).

Nesse contexto, Lévy (2002) esclarece que o desenvolvimento das tecnologias eletrônicas, principalmente de telecomunicações e informática, reelaborou as maneiras de pensar e conviver. Essas novas formas, segundo o autor, causarão impacto sobre as relações sociais e conseqüentemente sobre todos os processos criativos, inclusive a configuração dos espaços e do meio em que vivemos. Virilio (2005, p.10) corrobora essa idéia afirmando que tais processos transformam a cidade:

A representação da cidade contemporânea, portanto, não é mais determinada pelo cerimonial de aberturas das portas, o ritual das procissões, dos desfiles, a sucessão de ruas e das avenidas; a arquitetura urbana deve, a partir de agora, relacionar-se com a abertura de um 'espaço-tempo tecnológico.

A Transformação das tecnologias de comunicação

Uma das invenções contemporânea que contribuiu para a mudança cultural foi a criação da informação² eletrônica, o *bit*³. Com ela, foi possível transformar o mundo físico em um mundo de informação armazenável e multiplicável e, com o computador, a importância da informação tornou-se um valor relevante para a sociedade. Negroponte (1995, p.17) deixa clara essa idéia quando descreve um conflito cultural vivenciado:

² Utilizaremos o termo "informação" no sentido proposto por Mc. Cormick (1976): "Podemos considerar 'informação' em um sentido bem mais amplo, abrangendo a transferência de energia que tem implicações significativas em qualquer situação, como um motorista 'se comunicando' com seu carro pelos mecanismos de controle." Tradução da autora. Texto original: "We can view 'information' in a much broader frame of reference as embracing the transfer of energy that has meaningful implications in any given situation, such as a driver 'communicating' with his car via the control mechanisms" (Mc Cormick, p.33)

³ Segundo a Teoria Matemática da Informação de C. E. Shannon e W. Weaver de 1969, o *bit* é a menor unidade de informação: a quantidade de informação trazida por um evento entre dois eqüiprováveis (binary digit). Segundo Negroponte, (1995) "ele é o menor elemento atômico no DNA da informação. É um estado: ligado ou desligado." (p.19). Hoje o bit tornou-se símbolo da informação digital.

Pediram-me que assinasse um registro de entrada e me perguntaram se eu trazia comigo um laptop. É claro que sim. A recepcionista perguntou-me o modelo, o número de série e o valor do aparelho. ‘Alguma coisa entre 1 e 2 milhões de dólares’, respondi. ‘Mas isso não pode ser, senhor’, replicou ela. ‘Como assim? Deixe-me vê-lo’. Mostrei a ela meu velho PowerBook, cujo valor ela estimou em 2 mil dólares. Registrou então a soma, e eu pude entrar na empresa. A questão é que, embora os átomos não valessem tudo aquilo, os bits tinham um valor quase inestimável.

O mundo se transformou em informação, mas isso foi apenas o início de uma série de transformações nos paradigmas da sociedade.

Parte da informação contida no mundo do átomo pôde ser armazenada em bits, sendo guardada e duplicada sem perda de valor nem de qualidade. Duplicar átomos requer tempo, dinheiro e matéria- prima. Duplicar bits requer muito menos que isso. Repartir átomos é abrir mão de uma parte, a fim de dá-la ao outro. Repartir bits significa preservar aqueles que temos e ao mesmo tempo entregá-los ao outro.

Existe um provérbio que ilustra há milênios como se dá essa interação: “Quando um homem encontra o outro e troca um pão, cada homem fica com um pão. Quando um homem encontra outro e troca uma idéia, cada um fica com duas idéias”⁴.

Essa economia de esforços e recursos fez com que a sociedade visse na tecnologia uma porta para o desenvolvimento, de tal forma que os bits encontram-se presentes em cada momento de nosso dia-a-dia, sendo utilizados nos equipamentos eletrônicos de todos os tipos, como em televisores, eletrodomésticos, equipamentos de telecomunicação entre outros.

⁴ Ditado popular.

Novos paradigmas incorporados ao dia-a-dia

As tecnologias telemáticas se desenvolveram, trouxeram novos estilos de vida e se incorporaram à forma de nos relacionarmos com o mundo.

Com elas se reforçou a idéia de que as relações e interações da sociedade não estão necessariamente vinculadas a seus espaços físicos. Pode-se estar em Londres e realizar operações bancárias no Brasil instantaneamente, ligar o celular e falar de imediato com qualquer pessoa em qualquer lugar, ou ainda mandar uma “carta” para milhares de pessoas com um único comando.

Na produção arquitetônica, esse conceito aparece em projetos desenvolvidos a partir de diversas localidades. Em 1999, foi apresentado pelo professor Branko Kolarevic da Universidade da Pensilvânia, no CAADRIA '99 (*Conference on Computer Aided Architectural Design Research*), o projeto *24 Hour Design Cycle*. Nele, alunos e professores da Universidade of Hong Kong (China), ETH Zurich (Switzerland), e da Universidade de Washington, Seattle (EUA), que estão em três fusos horários distintos trabalharam no desenvolvimento de um projeto comum utilizando sistemas de CAD, de videoconferência e de gerenciamento de dados na Internet⁵.

O projeto '24 hour design cycle' é uma metáfora para uma abordagem de projeto mais aberta e internacional, facilitada pelas redes de computadores. Ele pressupõe novas formas de autoria coletiva e distribuição de créditos, e lida com os desafios e

⁵ Se por um lado foi quebrada a barreira do espaço, aquela do tempo se manteve, pois os encontros por videoconferência devem ser realizados simultaneamente em todas as localidades envolvidas.

oportunidades básicas que a Internet coloca às disciplinas criativas (KOLAREVIC, 1999)⁶.

A interconexão a que o autor se refere é um paradigma importante da sociedade que tem à sua disposição tecnologias de comunicação instantâneas. A absorção cultural desse valor poderá acarretar novas formas de ver e ocupar o meio em que vivemos.

A comunidade não depende (mais⁷) da proximidade. Talvez as casas e os escritórios, os sistemas de transporte e a infra-estrutura de telecomunicações digitais que está emergindo possam ser reconectados e reorganizados para criar novas relações urbanas. (MITCHELL, 2002, p.26)

As interconexões espaciais são visualizadas por alguns autores como interfaces de comunicação, conforme expõe Roy Ascott (2002, p.36):

Uma cidade deve oferecer a seu público a oportunidade de compartilhar, de colaborar e de participar dos processos de evolução cultural... a cidade como uma amálgama de interfaces de sistemas e de nós de comunicações tem probabilidade de ser mais sustentadora de vidas criativas e de satisfações pessoais do que as conturbações da era industrial... A necessidade de uma arquitetura de interfaces e de nós não desaparecerá.

Neste estudo utilizaremos um conceito abrangente de interface definido como um **“dispositivo físico ou lógico que faz a adaptação entre dois sistemas; o meio que promove a comunicação ou interação entre dois ou mais grupos”**⁸ (FERREIRA, 2004, p.1119).

Lévy (1993, p.176) discorre extensamente sobre o tema, considerando que a interface:

[...] lembra ao mesmo tempo a comunicação – ou o transporte – e os processos transformadores necessários para o sucesso da transmissão. A interface mantém

⁶ Tradução da autora. Texto original: “The 24 hour design cycle is a metaphor for a more open and international approach to design, facilitated through computer networks. It implies a new form of collective authorship and distributed credits and thus deals with some of the essential challenges and opportunities the internet poses to creative disciplines.” KOLAREVIC, Branko. 24 Hour Design Cycle: An Experiment in Design Collaboration Over the Internet. In: CAADRIA, 4, 1999, Shanghai. **Proceedings of the Fourth Conference on Computer Aided Architectural Design.** p.181 - 190.

⁷ Comentário da autora.

⁸ O texto em negrito foi utilizado neste trabalho para destacar as idéias mais relevantes para a compreensão de argumentações e conceitos apresentados posteriormente.

juntas as duas dimensões do devir: o movimento e a metamorfose. É a operadora dessa passagem.

Na arquitetura, a interface pode ser a operadora da comunicação entre dois espaços. Nesse sentido, Virilio (2005) disserta sobre a função da janela⁹ nas edificações, como um elemento de interface. Ele expõe que a primeira janela é a porta, necessária ao acesso à realidade da residência. A segunda janela é a janela propriamente dita, tal como a conhecemos. A terceira janela é a tela de televisão, “janela removível e portátil que se abre num falso dia... abertura introvertida que não se abre mais para o espaço vizinho, mas para além, para além do horizonte perceptivo”. Virilio (2005) descreve a janela e o aparelho televisor como interfaces que promovem a comunicação entre dois grupos: dentro e fora no caso da janela; real e virtual¹⁰ no caso do televisor.

Segundo essa ótica, a interface pode ser natural ou artificial, e nesse grupo, estão as interfaces eletrônicas de comunicação. Estas podem ser utilizadas conforme a sociedade demanda processos de comunicação necessários a seu funcionamento.

As tecnologias de comunicação ampliam as possibilidades de configuração do meio no qual ela é inserida e a inserção de equipamentos tecnológicos modifica as relações sociais que acontecem nesse meio.

⁹ Janela no sentido amplo de interface. (comentário da autora).

¹⁰ O termo virtual é bastante abrangente e será tratado, neste estudo, como o que existe concretamente e aparece representado por uma interface de comunicação, existindo virtualmente no espaço onde se encontra a interface de comunicação (explicação da autora).

Tecnologias de comunicação e sociedade

No cenário da globalização, as tecnologias de comunicação desempenham um papel preponderante na sua configuração, transformação e desenvolvimento. Elas não só apóiam as transformações na vida das pessoas como também as refletem e, à medida que novas tecnologias aparecem, ampliam-se as possibilidades de transformação das relações sociais e do meio ambiente.

Castells (2000, p.87) esclarece sobre a nova economia que surgiu em escala global no final do século XX:

É global porque as principais atividades produtivas, o consumo e a circulação, assim como seus componentes (capital, trabalho, matéria prima, administração, informação, tecnologia e mercados) estão organizados em escala global, diretamente ou mediante uma rede de conexões entre agentes econômicos. É informacional e global porque, sob novas condições históricas, a produtividade é gerada, e a concorrência é feita em uma rede global de interação.

No mundo globalizado, a comunicação à distância¹¹ tem-se mostrado importante instrumento para o desenvolvimento dos países, organizações públicas e empresas¹², integrando diferentes comunidades e agilizando os processos de decisão.

No campo empresarial, a comunicação sempre foi o instrumento-chave para o crescimento das empresas, e a comunicação à distância, um fator importante para a ampliação dos

¹¹ O termo “à distância” será considerado, neste trabalho, como a comunicação entre duas ou mais pessoas que se encontram fora de seus limites sensoriais e, portanto, estabelecem uma comunicação por meio de dispositivos tecnológicos.

¹² Abordaremos o termo “empresa” no sentido definido por Castells (2000, p.191): “Organização é um sistema de meios estruturados com o propósito de alcançar objetivos específicos... Há uma diferença fundamental entre dois tipos de organizações: organizações para as quais a reprodução de seu sistema de meios transforma-se em seu objetivo organizacional fundamental; e organizações nas quais os objetivos e as mudanças modelam e remodelam de forma infinita a estrutura dos meios. O primeiro tipo de organização chamo de burocracia; o segundo, de empresa”.

horizontes organizacionais e para a conquista de novos mercados. Ao longo da história, as tecnologias de comunicação possibilitaram cada vez mais a distribuição das empresas em diferentes regiões. À medida que as tecnologias de comunicação alcançavam novos territórios, abria-se oportunidade para mais uma diversificação territorial da empresa. Assim, **desenvolvimento das tecnologias de comunicação e disseminação da distribuição geográfica de empresas são fenômenos que parecem se relacionar**¹³.

A capacidade de empresas de pequeno e médio porte de se conectarem em redes, entre si e com grandes empresas, também passou a depender da disponibilidade de novas tecnologias, uma vez que o horizonte das redes tornou-se global (CASTELLS, 2000, p.189).

Essa distribuição geográfica do meio empresarial é discutida por Friedman (2005), que mostra a mudança nas estruturas organizacionais. Ele entende que as tecnologias de comunicação atuais possibilitam novos arranjos para o funcionamento das empresas. A progressiva mudança na estrutura de poder de decisão está provocando o “achatamento do mundo”. O autor afirma que o processo de achatamento é conduzido por dez forças principais¹⁴, das quais seis têm relação com as questões de comunicação empresarial. Por conseguinte, o desenvolvimento das tecnologias de comunicação possibilitou a transformação das empresas de tal forma que hoje estas demandam sistemas de comunicação mais eficazes.

¹³ A Companhia das Índias Ocidentais estabelecia e controlava o comércio da China até as Américas antes mesmo dos meios eletrônicos de comunicação aparecerem. Isso significa que mesmo com limitações tecnológicas a comunicação empresarial se estabelecia. Apesar disso, o argumento de que os meios de comunicação eletrônica facilitaram a comunicação empresarial não é anulado, pois a implantação deste tipo de comunicação em alguns territórios possibilitou a instalação de empresas multinacionais.

¹⁴ As dez forças descritas por Friedman (2005) são: 1) A queda do muro de Berlim; 2) Abertura de empresa de Internet (Netscape) na Bolsa; 3) Softwares de fluxo de trabalho; 4) Comunidades de colaboração que se auto-organizam; 5) Terceirização; 6) *Offshoring*; 7) Cadeia de fornecimento; 8) Internalização; 9) In-formação; 10) Digital, móvel, Pessoal e Virtual.

Videoconferência: a resposta atual

No cenário de desenvolvimento dessas tecnologias, a videoconferência é a ferramenta que agrega a maior quantidade de informações para um encontro mediado por tecnologia. Ela potencializa a comunicação pela integração das tecnologias de áudio, vídeo, e informática. Por esse motivo, constitui **uma modalidade de comunicação adequada para propiciar uma reunião empresarial à distância** e invariavelmente tem sido a tecnologia escolhida para esse fim.

O universo das tecnologias de videoconferência é extenso e variado:

Os sistemas de videoconferência e o sistema utilizado nas reuniões avaliadas

São diversos os sistemas de videoconferência difundidos nos dias de hoje. Para efeitos de organização deste estudo, serão classificados em dois grupos: a videoconferência com o uso de computador pessoal e a videoconferência com o uso de equipamentos específicos.

No primeiro caso, os chamados sistemas *desktop* utilizam a tela do computador como interface entre as pessoas que se comunicam. Com ela é possível visualizar os demais participantes, normalmente situados em locais distintos, conectados também pelo seu computador pessoal.

Fig. 1.1 – Imagem ilustrativa de videoconferência Desktop.

Fonte: Banco de imagens Imagebank, acesso em 20 de março de 2005.

No segundo caso, nos sistemas chamados *set-tops*, os equipamentos específicos para videoconferência são, em sua maioria, compostos por um aparelho televisor, uma câmera, microfones e um *switch*¹⁵. Alguns sistemas são compostos por dois aparelhos de televisão para a apresentação de materiais eletrônicos.

Fig. 1.2 – Equipamento típico de videoconferência *set-top*.

Fonte: Seal Telecom. www.sealtelecom.com.br, acesso em 20 de março de 2005.

Fig. 1.3 – Equipamento típico de videoconferência *set-top* com televisor para a visualização de documentos eletrônicos.

Fonte: www.tandberg.com. Divulgação do fabricante, acesso em 20 de março de 2005.

¹⁵ Equipamento que permite comutar a visualização da imagem, no caso de videoconferências entre diversas salas, ou quando se utiliza televisor para a visualização de materiais eletrônicos como gráficos e apresentações multimídia (explicação da autora).

Fig. 1.4 – Sala de videoconferência da empresa Barnesandnoble.com
Fonte: FRANKEL, Elana. Design secrets: office spaces. Gloucester: Rockport, 2001.

Há ainda os sistemas de videoconferência para grandes grupos, em que câmera, telão de projeção e alto-falantes distribuem a imagem de outra sala de videoconferências para o público em um auditório.

Fig. 1.5 – Sala de videoconferência instalada no auditório da empresa. A tela possui 3 x 4,9 metros e recebe projeção por trás.
Fonte: FRANKEL, Elana. Design secrets: office spaces. Gloucester: Rockport, 2001.

O sistema mais utilizado em reuniões empresariais segundo levantamento realizado entre executivos (ver apêndice A) é o que apresenta um ou dois televisores. Em cima deles há uma

câmera (que pode ser controlada ou não pelo usuário) e que transmite em tempo real a imagem e o som de uma sala à outra de videoconferência.

Por ser o sistema *set-top* atualmente o mais difundido entre as empresas e devido ao fato das reuniões empresariais se estabelecerem entre um grupo de pessoas que comunicam pessoalmente entre si (ver apêndice A), **o objeto deste estudo é a reunião de negócios por um sistema de videoconferência. Portanto, ficaremos restritos aos sistemas *set-tops*¹⁶ para uma reunião de até oito pessoas.**

Esse número foi também estabelecido considerando-se uma estimativa do número médio de participantes de uma reunião empresarial, levantado a partir das características do mobiliário disponível no mercado para montar salas de reunião.

Casos de videoconferência no Brasil

No Brasil, o uso de sistemas de videoconferência continua aumentando, sendo invariavelmente anunciada a instalação de novas salas, mostrando que tanto as empresas como a sociedade têm visto nessa tecnologia uma alternativa que contribui para o desenvolvimento econômico e social.

¹⁶ Conforme definido anteriormente neste capítulo.

O banco HSBC¹⁷ anunciou a seus funcionários em março de 2005 a disponibilização de 35 salas de videoconferência em diversas cidades, promovendo em sua comunicação interna, a utilização desses recintos.

Em março de 2006, a empresa Seal Telecom anunciou o projeto de um “sistema de videoconferência multiponto para interligação direta das instituições que atuam como *dealers* do mercado financeiro com os técnicos da Secretaria do Tesouro Nacional em Brasília e do Departamento de Operações do Banco Central no Rio de Janeiro”¹⁸. Essa iniciativa é resultado da demanda por uma comunicação mais rápida e eficaz.

Em 15 de maio de 2006, diante da violência praticada pela organização criminosa PCC (Primeiro Comando da Capital) em São Paulo, a deputada Denise Frossard, em entrevista à Rádio CBN, alertou a sociedade para a importância de viabilizar a tomada de depoimentos de presos de alta periculosidade por videoconferência, sem necessidade de seu deslocamento do presídio. Segundo a Deputada, o ambiente prisional indica que o deslocamento de prisioneiros de alta periculosidade deve ser na própria prisão. “A tecnologia atual permite audiências virtuais em videoconferência e esse recurso deve ser usado para assegurar a segurança pública”¹⁹.

¹⁷ Segundo maior banco do mundo em ativos, presente em dezoito países. Fonte: Revista Euro Money.

¹⁸ Informações publicadas no site da empresa Seal Telecom. www.sealtelecom.com.br. Acesso em 26/03/2006.

¹⁹ Deputada Denise Frossard em entrevista à radio CBN em 15 de maio de 2006.

O reconhecimento do valor da videoconferência para esse uso específico é tão valorizado que a mais nova penitenciária de Catanduva, anunciada em 23 de junho de 2006 pelo ministro Márcio Thomaz Bastos:

A unidade admitirá presos que devem ser desligados de suas quadrilhas ou ameaçam a segurança dos sistemas penitenciários estaduais [...] Seguindo, o preso vai para o terceiro bloco [...] Lá também estão o serviço de saúde, o espaço para atendimentos jurídico e social **e até uma sala de videoconferência** (grifo da autora), muito usada para interrogatórios à distância. (Gazeta do Povo, 24 jun 2006).

Eficiência dos sistemas atuais

Em pesquisa qualitativa realizada com usuários, constatamos que os sistemas atuais de videoconferência são procurados principalmente porque:

1. facilitam a percepção do comportamento dos participantes da reunião;
2. possibilitam o encontro face a face;
3. permitem a comunicação instantânea;
4. possibilitam o contato com múltiplas localidades;

Apesar de difundidas no mundo empresarial, as reuniões por videoconferência precisam melhorar, e grande parte das reclamações dos executivos que delas participam diz respeito a deficiências na comunicação, seja ela visual, sonora ou de ordem técnica.

As principais reclamações relatadas pelos executivos entrevistados são:

1. dificuldade na operação dos equipamentos;
2. eventual visualização de apenas um participante de cada vez;
3. equipamento a ser usado eventualmente indisponível;
4. disposição do mobiliário;

5. restrição ao compartilhamento das informações impressas.

Grande parte das deficiências descritas está relacionada ao homem, às instalações técnicas e ao ambiente no qual se inserem. Dessa forma, tangenciam o campo da Ergonomia, o que nos leva a procurar nela o caminho para a melhora dessa comunicação.

Ergonomia como instrumento de investigação

A Ergonomia nasceu do encontro de fisiólogos, psicólogos e engenheiros com o objetivo comum de melhorar os aspectos de adaptação do trabalho ao homem, para aprimorar o projeto de máquinas no tocante à adaptação destas às necessidades humanas, seja em seu aspecto físico, psíquico ou cognitivo.

Segundo Moraes e Montialvão (2000), o termo Ergonomia foi utilizado pela primeira vez em 1949, sendo definido por K. F. H. Murrell, como **o estudo da relação entre o homem e seu ambiente de trabalho**. Trabalho, no contexto da definição do termo, tem um sentido amplo de qualquer atividade humana provida de propósito.

No mesmo ano, aquele grupo de profissionais criou a Ergonomic Research Society (Pheasant, 1997), como a união de psicólogos, fisiólogos e engenheiros para o estudo das questões referentes à adaptação do trabalho ao homem, agrupando formalmente profissionais que desenvolveram estudos em Ergonomia.

Mc. Cormick (1976, p.4) nos alerta sobre o foco, os objetivos e as abordagens da ciência da Ergonomia:

O foco principal da ergonomia está voltado para a consideração do ser humano no projeto de objetos, instalações e ambientes que as pessoas usam em diversos aspectos de sua vida. Os objetivos da ergonomia no projeto desses objetos, instalações e ambientes são dois: a) aprimorar a efetividade funcional com a qual as pessoas possam usá-los, b) manter ou aprimorar algumas necessidades humanas no processo (como salubridade, segurança e satisfação), estando esse segundo objetivo essencialmente ligado ao bem-estar; c) **A abordagem fundamental da ergonomia é a aplicação sistêmica das informações relevantes sobre as características e comportamento humanos ao projeto de objetos, instalações e ambientes para o uso das pessoas** (grifo da autora)”²⁰.

Segundo essa abordagem, **os objetivos principais desta pesquisa são o aprimoramento da efetividade funcional da reunião por videoconferência e a manutenção ou melhora das condições de segurança, salubridade e satisfação.**

A **efetividade funcional** será abordada segundo os três aspectos principais dos estudos de Ergonomia: **caráter físico, psíquico e cognitivo**. Ao conjunto desses aspectos da reunião em videoconferência chamaremos **aspectos ergonômicos**.

Com base no levantamento inicial, é possível afirmar que a reunião por videoconferência apresenta uma série de dificuldades de comunicação para os usuários, e estas dizem respeito aos aspectos ergonômicos da reunião. Assim, para aprimorar a efetividade funcional da reunião é necessário fazer uma análise desses aspectos, identificar os problemas ergonômicos encontrados e formular propostas para sua solução ou redução.

Como método de trabalho, a Ergonomia trabalha com a análise de uma atividade definida. **Neste estudo, optamos por avaliar os problemas ergonômicos existentes em uma reunião**

²⁰ Tradução da autora. Texto original: “1) The central focus of human factors relates to the consideration of human beings in the design of the man-made objects, facilities and environments that people ‘use’ in the various aspects of their lives. 2) The objectives of human factors in the design of these man-made objects, facilities, and environments are twofold as follows: a) to enhance the functional effectiveness with which people can use them; and b) to maintain or enhance certain desirable human values in the process (e.g. health, safety and satisfaction); this second objective is essentially one of human welfare. 3) The central approach of human factors is the systemic application of relevant information about human characteristics and behaviour to design of the man-made objects, facilities and environments that people use.”

por videoconferência empresarial para a tomada de decisão, com a participação de oito pessoas, sendo quatro participantes em cada sala. Esse número foi obtido a partir de pesquisa com usuários que estimaram o número médio de participantes desse tipo de reunião.

Cada atividade humana pode envolver a comunicação entre pessoas pelo recebimento direto de informações ou pelo recebimento destas por um equipamento de intermediação, entendido por Mc. Cormick (1976) como um dispositivo de informação. A transmissão das informações é realizada através de estímulos sensoriais. Apropriadamente, utilizaremos o sentido de estímulo considerado por Gibson (1966, p.63):

O estímulo para a visão, costumamos pensar, é simplesmente energia luminosa. Porém, essa definição reflete a preocupação de quase cem anos de pesquisas em visão em cores e claros e escuros. O resultado destes estudos que nos mantém sem saber tudo sobre a visão empregada no dia-a-dia. [...] Pressupomos que um estímulo é um tipo de energia física variável [...] que excita um receptor ou um conjunto de receptores de maneiras diversas. Se ele não provoca atividade fisiológica em um mecanismo de recepção, não é um estímulo.²¹

Sob a ótica da Ergonomia, o equipamento de videoconferência é um dispositivo de informação que, devido às suas limitações técnicas, transforma e deforma a informação no processo de transmissão.

Em um sentido amplo, Gomes Filho (2003, p.28) explicita que:

As informações referem-se às interações com o nível sensorial do usuário e envolvem os canais auditivo, visual e cinestésico, tipos de sinais, características dos sinais (intensidade, forma, frequência, duração, etc.) e características dos dispositivos de informação. [...] Referem-se, ainda, aos controles no nível motor ou das atividades musculares, envolvendo o tipo de postura corporal exigido, membros

²¹ Tradução da autora. Texto original: "The stimulus for vision, we are accustomed to think, is simply light energy. But such a definition reflects the preoccupation of nearly a hundred years of research on color vision and light-dark discrimination, the outcome of which still leaves us ignorant of the vision employed in everyday living. [...] Let us assume that a stimulus is a type of variable physical energy [...] which excites a receptor or a set of receptors differentially. If it does not release physiological activity in a receptor-mechanism it is not a stimulus."

envolvidos no movimento, alcances manuais, características dos movimentos e tipos e características dos instrumentos de controle.

À perda de informação no processo de comunicação chamamos ruído. Portanto, a diminuição do ruído implica maior eficiência da comunicação.

Nesse sentido, nosso estudo visa a identificar os fatores geradores de ruídos que depreciam os aspectos ergonômicos da reunião em videoconferência a fim de propor uma ação ergonômica que otimize a relação homem-trabalho-máquina – neste caso, participante-reunião-equipamento de videoconferência.

O estudo trata ainda da reunião mediada por tecnologia de videoconferência como uma simulação da reunião presencial. **Não propomos aqui a discussão de novas formas de relacionamento interpessoal, mas o aprimoramento dos aspectos ergonômicos da reunião mediada, por meio de uma análise comparativa com a reunião presencial.**

Assim, este estudo se propõe a melhorar a comunicação em uma reunião empresarial por videoconferência.

Iniciativas anteriores

Algumas iniciativas podem ser encontradas no sentido de melhorar um encontro mediado por tecnologia de videoconferência. Elas se dividem em grupos, conforme o foco principal de abordagem para a melhora da qualidade do encontro:

1. Ênfase no Mobiliário

No primeiro grupo, destacam-se as iniciativas focadas no desenvolvimento de mobiliário para videoconferência. Estas não interferem com o estado atual das tecnologias de videoconferência e as consideram como um aparelho de *lay-out*, focando a adaptação do espaço no qual se encontram. Empresas especializadas buscam aprimorar a eficiência do mobiliário utilizado em salas de videoconferência.

Fig. 1.6 – Mesa desenvolvida pela Wilcox Woodwork, Inc
Fonte: <http://www.videoteleconferencingfurniture.com/>
Acesso em 20 de março de 2005.

Fig. 1.7 – Sala de videoconferência da McGill University.
Fonte: McGill University, 2006.

A mesa em V compensa parcialmente a limitação da abertura de lente da câmera de vídeo. Nessa disposição, as imagens de todos os participantes podem ser capturadas pela câmera e todos têm a visualização da tela de projeção desimpedida.

Fig. 1.8 - Escritório da barnesandnoble.com.
Fonte: BROTO, Carles. **Nuevos Espacios Comerciales**.
Barcelona: Instituto Monsa de Ediciones, 2002.

2. Ênfase na imersão²² dos participantes no encontro

No segundo grupo, encontram-se as iniciativas imersivas, focadas em inserir no espaço do encontro, sensorial e psiquicamente, o participante que está distante. Em sua maioria, tais projetos buscam modificar as tecnologias de videoconferência para que o estímulo oferecido pelo que é representado na tela se aproxime do estímulo natural de um encontro. Este grupo vivencia o encontro com o uso de videoconferência simulando o encontro presencial.

A. Projeto Espaços Compartilhados: Ultravideoconferência de alta resolução. Universidade McGill, Montreal. (Shared Spaces – High Definition Ultra-Videoconferencing)

Segundo seus pesquisadores, o objetivo deste projeto é permitir que pessoas vejam outras em um local remoto e criar um sentimento de que compartilham o mesmo espaço. O resultado esperado é a sensação de presença no outro espaço, que permitirá a interação social, cultural, educacional e corporativa. O projeto caminha no sentido da viabilização tecnológica para esse fim e tem seu foco na tecnologia de ponta, como captura de vídeo em alta definição e transmissão de dados de altíssima velocidade.

B. Projeto Teleimersão multiusuário na Internet. (Multi-person Teleimmersion Across the Internet)

²² O termo “Imersão” é comumente usado nos sistemas de realidade virtual para designar uma experiência sensorial que parece transportar a pessoa a outro lugar. Normalmente, na experiência imersiva, os participantes utilizam óculos especiais de realidade virtual que bloqueiam o estímulo visual do mundo natural. (explicação da autora).

Este projeto abrange a *Brown University*, a *University of North Carolina*, Chapel Hill e a *University of Pennsylvania*, e faz parte dos projetos da National Teleimmersion Initiative. Teleimersão é um conceito de ambientação virtual em que ocorre a imersão dos participantes para a interação com objetos virtuais (que só existem enquanto representação). Nesse sentido, tal projeto tem como objetivo permitir que pessoas em localidades distintas interajam em tempo real, graças a um ambiente simulado, compartilhado por todos, composto pela combinação dos diversos espaços físicos de cada localidade.

Fig. 1.9 – Captura de imagem com múltiplas câmeras para efeito estereoscópico;
 Fonte: <http://www.advanced.org/tele-immersion/news.html>,
 acesso em 15 de dezembro de 2005.

Fig. 1.10 – Telecubículo. Demonstração realizada em outubro de 2000 entre Nova Iorque e Carolina do Norte.
 Fonte: <http://www.advanced.org/tele-immersion/news.html>,
 acesso em 15 de dezembro de 2005.

Fig. 1.11 – Protótipo do telecubículo. Junho de 2000.
 Universidade da Carolina do Norte (NC).
 Fonte: <http://www.advanced.org/tele-immersion/news.html>,
 acesso em 15 de dezembro de 2005

C. Ambientes Teleimersivos para todos (Teleimmersive Environments for EVerYbody)

O grupo *Monet Research Group*, formado por pesquisadores da UIUC²³ e da UCB²⁴, desenvolveu um sistema teleimersivo 3D, com o recurso de captura de imagem por múltiplas câmeras para a formação de imagens tridimensionais, inclusive com câmeras com raios infravermelhos para maior acuidade de informação. As múltiplas câmeras enviam informação aos múltiplos displays (monitores de plasma), que apresentam uma imagem processada eletronicamente.

Fig. 1.12 – Ambiente imersivo em UIUC.
Fonte: <http://cairo.cs.uiuc.edu/teleimmersion/index.html>
acesso em 19 de maio de 2006.

Fig. 1.13 – Ambiente imersivo em Berkeley.
Fonte: <http://cairo.cs.uiuc.edu/teleimmersion/index.html>
acesso em 19 de maio de 2006.

Em 13 de fevereiro de 2006, foi estabelecido com êxito um experimento de duas vias com os colaboradores em Berkeley e, em 17 de abril de 2006, um segundo experimento foi concretizado. O sistema enfrenta dificuldades em se viabilizar na prática com as tecnologias disponíveis atualmente, o que demanda um grande esforço de pesquisa para as soluções necessárias.

²³ Universidade de Illinois em Urbana-Champaign.

²⁴ Universidade da Califórnia em Berkeley.

D. Sistema de comunicação com alto compartilhamento de presença (High Presence Shared Space Communication System)

Este projeto foi conduzido pelos professores Kyohei Yoshikawa, Takashi Machida, Kiyoshi Kiyokawa, Haruo Takemura e da Universidade de Osaka. A proposta é a de utilização de avatares²⁵ tridimensionais com fundos bidimensionais, em vez da transmissão de imagens dos participantes da videoconferência. Segundo o grupo, o sistema busca combinar as vantagens da representação bidimensional com as da representação tridimensional. Com isso, os usuários são representados tridimensionalmente, na expectativa de amplificar a comunicação não-verbal; e o fundo é mostrado bidimensionalmente para simular o local remoto.

3. Ênfase no uso

No terceiro grupo estão as iniciativas que refletem a mudança cultural decorrente da globalização e do desenvolvimento tecnológico em diversos campos da sociedade, transformando e recriando as relações humanas:

A. Projeto Músicos Conectados (BT Music Online)

Originado na Universidade de York pelo Prof. Dr. Tony Myatt, o desafio do projeto é fazer com que músicos em localidades distintas participem simultaneamente de uma experiência musical, com o apoio de alta tecnologia e recursos variados de empresas e universidades. O evento-piloto do projeto *Músicos Conectados* aconteceu em 28 de fevereiro de 2004, quando

²⁵ No Novo Dicionário Aurélio da Língua Portuguesa (2004) o termo AVATAR significa transformação, transfiguração (p.236). Em informática, Avatar é um ícone (geralmente imagem ou animação) para identificar um usuário em um ambiente de realidade virtual. (explicação da autora).

os músicos da orquestra foram regidos remotamente pelos professores Alison Mitchell e Kevin Hathway, participantes do projeto.

Fig. 1.14 – Alison Mitchell rege remotamente a orquestra “The York Guildhall”.
Fonte: Projeto BT Music On-line.
<http://music.york.ac.uk/musiconline/> acesso em 07 de maio de 2006.

Fig. 1.15 - Kevin Hathway rege remotamente a orquestra “The York Guildhall”.
Fonte: Projeto BT Music On-line.
<http://music.york.ac.uk/musiconline/> acesso em 07 de maio de 2006.

B. Projeto Ponto de encontro imersivo. (Immersive Meeting Point)

O Instituto Heinrich-Hertz, de Berlin, desenvolveu o protótipo de um sistema de videoconferência que propõe a integração visual do ambiente da conferência no contexto da mesa de reuniões. Ele cria uma interação imersiva, em que os participantes simulam uma reunião presencial. Esse protótipo foi apresentado na CeBIT de 2004.

Fig. 1.16 – Ponto de encontro imersivo.
Fonte: Heinrich-Hertz Institut.
http://ip.hhi.de/imedia_G3/impoin2.htm acesso em 05 de março de 2005.

C. Hiperespelho (Hypermirror)

A Universidade de Osaka e o Instituto Nacional de Biociência e Tecnologia Humana criaram um sistema chamado Hiperespelho, que tem como objetivo permitir que pessoas em diferentes espaços físicos sintam-se em um mesmo local virtual, por meio da visualização de suas imagens, em uma mesma tela. Cada participante interage no encontro, vendo a sua imagem na tela, bem como a de seu interlocutor.

Entre outros eventos, em 8 de outubro de 2001, a Universidade de Osaka, no Japão, e a Universidade Seiko, na China, promoveram um encontro no qual os participantes experimentaram um aperto de mãos virtual.

Fig. 1.17 – Reunião com o uso do Hiperespelho realizada em outubro de 2001.
Fonte: Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia Industrial Avançada. (AIST²⁶), 2006.

Apesar dessas iniciativas, **nenhuma delas propõe a melhora da comunicação pela avaliação específica dos aspectos ergonômicos de uma reunião empresarial para um grupo de oito pessoas.**

²⁶ National Institute of Advanced Industrial Science and Technology.

Embora este estudo identifique problemas nas tecnologias atuais e proponha conceitualmente soluções, não é seu foco abordar a questão técnica dos equipamentos de videoconferência, a não ser nos casos em que tal questão se relaciona com os aspectos ergonômicos, ou seja, com as questões físicas, psíquicas ou cognitivas do homem.

Também não é do âmbito do estudo propor soluções de softwares de processamento de informação, mas, quando necessário, defini-los conceitualmente. Estão também fora do âmbito de nossa pesquisa as discussões de ordem psicológica, sociológica ou antropológica sobre a influência do uso da videoconferência no cotidiano das pessoas, bem como o uso de videoconferência para outros fins que não os empresariais para a tomada de decisão interna.

Encaminhamento da pesquisa

Como a Ergonomia estuda as relações entre o homem, seu trabalho, equipamentos e meio físico, fizemos o seguinte percurso:

Primeiramente foi preciso compreender como as tecnologias de videoconferência se situam enquanto instrumento de comunicação empresarial. Para isso, realizamos um levantamento junto a representantes comerciais de equipamentos de videoconferência²⁷ a fim de identificarmos os sistemas comumente utilizados pelas empresas e o paradigma sob o qual o equipamento é considerado no mercado.

Posteriormente promovemos entrevistas com executivos de empresas multinacionais²⁸ que utilizam sistemas de videoconferência (apêndice A). Realizamos ainda uma bibliográfica sobre o estado da arte das tecnologias de comunicação empresarial, identificando os projetos inovadores que contribuem para o aprimoramento dos aspectos ergonômicos da comunicação por videoconferência. As conclusões resultantes de tais levantamentos foram apresentadas nessa Introdução.

No Capítulo II, intitulado “A Evolução da Comunicação Empresarial”, apresentamos um levantamento de como as tecnologias de comunicação participaram da vida cotidiana dos povos ocidentais (analisando os aspectos ergonômicos de cada meio de comunicação). Buscamos também compreender como essa herança cultural está presente ainda hoje nas

²⁷ Sealcom.

²⁸ HSBC, Kraft, Renault e Boticário.

organizações, culminando na mudança nas relações de comunicação organizacionais provocadas pelo achatamento do mundo. Nesse cenário, as tecnologias de videoconferência aparecem em nosso contexto como importante personagem que dá resposta às necessidades de comunicação do mundo empresarial contemporâneo.

A observação da participação de executivos em reuniões de videoconferência proporcionou os meios, em conjunto com a referência bibliográfica pesquisada sobre ergonomia²⁹, para a análise comparativa dos aspectos ergonômicos presentes em uma reunião presencial e em uma reunião por videoconferência com um grupo de oito pessoas. Discriminamos os diversos aspectos ergonômicos da reunião empresarial presencial e os comparamos com os mesmos aspectos na reunião por videoconferência, identificando ruídos provocados pela tecnologia.

No Capítulo III, com o título “Reunião Presencial versus Reunião por Videoconferência” discriminamos os diversos aspectos ergonômicos da reunião empresarial presencial e os comparamos com os mesmos aspectos na reunião por videoconferência, identificando ruídos provocados pela tecnologia. Mc. Cormick (1976) e Gibson (1983) oferecem o referencial teórico sobre Ergonomia que norteia essa análise.

A fim de subsidiar a solução proposta, fizemos um levantamento de **como diversos tipos de interface de comunicação** (pinturas, panoramas, espelhos, cinema, fotografia e desenho animado) **utilizaram voluntária ou involuntariamente recursos de ergonomia**. A análise histórica é apresentada no Capítulo IV, “Aspectos Ergonômicos de Espaços com Interfaces de

²⁹ Sternberg (2000), Mc. Cormick (1976), Gibson (1983) e outros autores oferecem o referencial teórico sobre Ergonomia que norteia essa análise.

Comunicação”, em que buscamos, na herança cultural, elementos a serem aproveitados para a melhora dos aspectos ergonômicos da reunião por videoconferência.

Esse Capítulo IV aborda ainda, a questão de como o homem propôs a ambientação do espaço mediante a inserção de um dispositivo de informação. Trata de como se estabelecem as relações ergonômicas (físicas, psíquicas e cognitivas) do homem com as tecnologias de comunicação. Nesse sentido, exploramos as diversas formas de intervenção no espaço, buscando identificar os aspectos ergonômicos que valorizam a informação comunicada e os elementos do contexto espacial que fazem com que as informações comunicadas se potencializem.

A história da Arte nos traz exemplos em que as pinturas são, sob o ponto de vista da Ergonomia, elementos potencializadores da ambientação espacial.

A exploração inicia-se com exemplos de pinturas murais do Renascimento, pois naquele período, o espaço passou a ser tema das pinturas. O advento da perspectiva colocou em questão o aspecto visual do espaço físico, possibilitando a produção de **representações que se integrassem visualmente com o espaço em que estavam.**

O período Barroco traz importantes **lições de integração ergonômica de ambientação**, utilizando os princípios da visão³⁰ para estabelecer vínculos entre a representação e o espaço físico. Tendo a ilusão como objetivo maior, elementos como luzes e sombras são trabalhados

³⁰ Como, por exemplo, o da visão estereoscópica e outros encontrados nos estudos de ergonomia.

de modo a aproximar o estímulo visual oferecido pela representação daquele da visualização de objetos reais.

Assim, as pinturas do Renascimento e do Barroco oferecem diversos exemplos em que a consideração de aspectos ergonômicos resultou na contribuição para a eficiência da visualização e interpretação dos seus elementos, no tocante ao espaço no qual se inserem.

Para compreendermos mais precisamente a relação entre essas obras e o espaço com o qual se relacionavam, realizamos pesquisa “in loco” visitando as obras que identificamos inicialmente como de maior relevância para este trabalho.

Foram exploradas, além de inúmeras obras não ilustradas neste trabalho, as obras a seguir:

OBRAS AVALIADAS “IN LOCO”	LOCAL	DATA
“A Trindade” de Masaccio.	Igreja Santa Maria Novella, Florença.	Jul 2005.
Teto da igreja pintado por Andrea Pozzo.	Igreja Santo Inácio de Loyola. Roma.	Jul 2005.
Capela Sistina	Vaticano.	Jul 2005.
Igreja de Santa Maria de San Satiro.	Milão.	Jul 2005.
“O Casamento de Arnolfini”, pintado por Jan Van Eyck.	National Gallery, Londres.	Set 2005.
Cúpula do Reichstag.	Reichstag, Berlin.	Jul 1999.
Instalação com espelhos.	Museu de Ciências, Londres.	Set 2005.
Estereoscopia com composição de espelhos.	Museu da Câmara Escura, Edimburgo.	Set 2005.
IMAX – Space Station 3D.	Kennedy Space Center, Cabo Canaveral.	Jan 2005.
Honey, I Shrunk The Audience	EPCOT Center, Orlando.	Jan 2005.
Shrek 4D – Universal Studios	Universal Studios, Orlando.	Jan 2005.
Muppet Vision 4-D	MGM Studios, Orlando.	Jan 2005.
Turtle Talk	EPCOT Center, Orlando.	Jan 2005.
Terminator 2: Battle Across Time	Universal Studios, Orlando.	Jan 2005.
Museu Oscar Niemeyer.	Curitiba.	Mar 2005.
Cyclorama de Jerusalém.	Sainte-Anne-de-Beaupré, QC, Canadá.	Jul 2006.

Tabela 1.1 – Obras visitadas e citadas neste trabalho.

Fonte: Produção da autora, 2006.

Uma pesquisa complementar foi realizada em Edimburgo (Museu *Camera Obscura*) proporcionando elementos para o aprofundamento de questões sobre a ergonomia da visão.

Outra modalidade de pintura ambientada foi desenvolvida a partir do final do século XVIII, e apresenta especial consideração dos aspectos ergonômicos da visão na sua produção: os panoramas. Essas pinturas eram realizadas em construções especificamente projetadas para amplificar a comunicação e levavam em conta os princípios ergonômicos em sua produção. Analisamos aqui, também à luz da Ergonomia, as relações dessas pinturas com seus espaços de exposição.

Durante o processo de levantamento de modalidades de comunicação que se relacionavam com o espaço, analisamos como outras superfícies de representação utilizaram recursos ergonômicos de ambientação, a fim de potencializar a informação comunicada. O espelho se mostra como um exemplo particular de superfície de representação utilizado para esse fim.

O cinema aparece como um meio que utiliza alguns recursos estratégicos de ergonomia para promover a comunicação a que se propõe. Por fim, algumas tecnologias de produção de imagem, como o desenho animado e a fotografia também são analisadas.

Essa análise ergonômica tem como objetivo extrair a herança histórica de intervenção no espaço que influenciou ou foi influenciada pelas tecnologias de comunicação.

No Capítulo V, desenvolvemos uma proposta para o aprimoramento ergonômico das tecnologias de videoconferência, a partir das análises realizadas nos capítulos anteriores que resultaram na compreensão:

- 1) do dinamismo da comunicação nas empresas (Capítulo II);
- 2) das relações de comunicação nas reuniões por videoconferência e dos ruídos provocados por esse meio (Capítulo III) – considerando as características físicas, psíquicas e cognitivas do usuário;
- 3) das soluções ergonômicas utilizadas para integrar a superfície de comunicação no espaço no qual estava inserida (Capítulo IV);

Ainda nesse capítulo, “Proposta para Interface de Videoconferência”, apresentamos nossa proposta de interface para a diminuição dos ruídos da comunicação por videoconferência bem como a alternativa tecnológica mais próxima.

Por fim, no Capítulo VI, “Conclusão”, discutimos os caminhos abertos para novas pesquisas em diversas áreas do conhecimento, diante dos paradigmas trazidos pelas tecnologias eletrônicas e a influência da incorporação destes no desenvolvimento dos projetos de arquitetura.

Para concluir, indicamos possíveis caminhos para o projeto de espaços arquitetônicos para reuniões por videoconferência.

2. A evolução da comunicação empresarial

A antropologia e a sociologia mostram que o homem é um ser social, que precisa conviver com os semelhantes para alimentar suas necessidades psicológicas básicas e vê na comunicação um caminho para conhecer o outro, compartilhar vivências e aprender com mais facilidade e rapidez, a partir da experiência alheia.

O indivíduo é membro de uma comunidade social e depende de outras pessoas para ajuda material, comportamental e psicológica. O indivíduo molda sua reação aos estímulos a partir de materiais, padrões de comportamento, conceitos, aspirações e motivos que foram organizados socialmente... Um dos modos mais essenciais pelo qual a socialidade modela a consciência é proporcionando o instrumento necessário para a objetivização da consciência. Esse instrumento é, claro, a linguagem. (RATNER, p.15,16 e 41)

Nas instituições religiosas, políticas, militares e de outras ordens, a comunicação é personagem importante para o estabelecimento de regras de comportamento e, conseqüentemente, para a organização da sociedade.

No campo empresarial, as relações se estabelecem pela interação das pessoas. A partir de cada interação, construímos regras de comportamento que nos guiam na forma de agir. Reardon (2002) mostra que a vivência constitui o meio pelo qual aprendemos as regras implícitas de convívio no mundo das organizações e que toda comunicação é afetada pelas regras de quem pode falar com quem, quando e onde. Entretanto, além das regras implícitas, algumas empresas impõem regras explícitas, que norteiam o comportamento dos funcionários segundo os padrões éticos por ela estabelecidos¹.

¹ Um banco internacional no Brasil, por exemplo, apresenta a seus funcionários um documento que estabelece um código de comportamento a ser seguido por eles. Nessa empresa, há inclusive um termo, *compliance* (que em inglês significa *em conformidade com*), para designar as atitudes que estão de acordo com os padrões éticos da empresa. “Isto é *compliance*” ou “Isto não é *compliance*” são frases freqüentemente usadas pelos funcionários.

Dessa forma, a comunicação e o convívio são elementos fundamentais à estruturação da sociedade, representando personagens preponderantes para o desenvolvimento social, cultural e econômico. Além disso, constituem elementos determinantes para o sucesso profissional e a satisfação pessoal e também para o funcionamento e sobrevivência das organizações.

Contudo, em seu estado primitivo, o ágora era, acima de tudo, um lugar destinado à palavra; e, provavelmente não existe sequer um mercado urbano em que a troca de notícias e opiniões, pelo menos no passado, não desempenhou um papel quase tão importante quanto a troca de mercadorias (MUMFORD, p. 167)

As organizações – dos mercados mais rudimentares às multinacionais –, cumprem o papel de modificar a sociedade por meio da produção de bens ou da provisão de serviços. Isso é feito mediante a interação constante da sua estrutura administrativa, dos setores produtivos que lhe dão suporte e da sociedade que consome seus produtos. Essa interação é realizada pela comunicação de tais personagens que, por meios diferentes, atingem seus objetivos.

Nessa dinâmica de comunicação, os objetivos da empresa são alcançados com a coordenação dos recursos humanos e materiais, por meio da interação dos membros das diversas áreas da empresa (produção, vendas, administração, marketing e outras). Assim, um objetivo a ser perseguido é uma comunicação eficiente que interligue os departamentos administrativos, integrando toda a empresa, seus funcionários, fornecedores e a sociedade.

Os primórdios da comunicação empresarial

A comunicação empresarial já era utilizada pelos fenícios, em uma civilização que se desenvolveu a partir do século X a.C. Os fenícios, famosos negociadores, tinham na expressão oral e escrita o seu instrumento de trabalho. Por conta das limitações tecnológicas da época, as negociações ocorriam pessoalmente, fazendo com que as relações comerciais estivessem

diretamente vinculadas ao lugar físico em que se efetuavam. Conforme circulavam promovendo o comércio, os fenícios “se constituíram em um veículo de comunicação cuja eficiência fica atestada pela adoção, quase simultânea, do alfabeto fenício pela maioria dos povos com os quais interagia” (GONTIJO, 2004, p.74). Nesse contexto, os fenícios demonstraram a importância da comunicação nas relações comerciais. No cenário de opções da época, a comunicação oral viabilizava a interatividade rápida necessária à negociação, na busca de um objetivo comum: chegar a um acordo comercial.

Essa herança oral é evidente e, ainda hoje, as empresas reconhecem o valor da comunicação e do diálogo para o seu funcionamento: “Na Odebrecht, a comunicação é vista como apoio ao negócio e elemento de subsídio permanente ao diálogo, propiciando o conhecimento pleno das atividades do grupo” (DAMANTE e LOPES, 2002).

Polidoro (2002), diretor de comunicação empresarial do grupo Odebrecht, acrescenta: “Nada substitui a palavra falada. O diálogo será sempre a melhor forma de entendimento entre as pessoas”.

Para os gregos, dia-logos denotava o livre fluxo de significado em um grupo, permitindo novas idéias e percepções que os indivíduos não conseguiram ter sozinhos... Hoje, os princípios e práticas do diálogo estão sendo redescobertos e inseridos em um contexto contemporâneo (SENGE, 2000, p.44).

Senge (2000, p.233) reconhece ainda o apelo da palavra falada para o objetivo de atingir a visão compartilhada. Para o autor, a visão compartilhada é:

Assim como as visões pessoais são retratos ou imagens que as pessoas têm na mente e no coração, as visões compartilhadas são as imagens que pertencem a pessoas que fazem parte de uma organização. Estas pessoas desenvolvem um senso de comunidade que permeia a organização e dá coerência a diversas atividades.

Esse conceito está difundido nas estratégias de comunicação empresarial, e o autor destaca a importância de que “conversar sobre a visão é uma prática do dia-a-dia” e que “a experiência

(da visão compartilhada²) sugere que essas visões genuinamente compartilhadas exigem conversas constantes” (SENGE, 2000, p.245).

Portanto, o fluxo interativo do diálogo é reconhecido como meio necessário e importante ao bom desempenho da comunicação empresarial.

A análise Ergonômica

No processo de comunicação podemos encontrar ruídos que reduzem a sua eficácia. Para identificá-los nos apoiaremos no esquema de análise dos sistemas homem-máquina, proposto por Mc Cormick (1976), a fim de analisar a comunicação à luz da Ergonomia.

Sob a questão das informações presentes em um sistema homem-objeto-ambiente, Mc Cormick (1976) diferencia os estímulos oferecidos pelo sistema como distal e proximal. **O primeiro – distal –, é aquele proveniente da fonte original de informação e o proximal, o estímulo recebido pelo observador.** Tal diferença pode ser explicada quando vemos um objeto. O raio luminoso proveniente do objeto percorre um meio (o ar) até chegar aos nossos sensores (nesse caso, os olhos). Nesse caminho o estímulo pode sofrer transformações e dependendo da posição em que estamos, recebemos um estímulo mais ou menos modificado. O estímulo proveniente do objeto é o estímulo distal, e o que chega a nossos olhos, o proximal. A informação pode ser intencional ou não intencionalmente modificada e a diferença entre a informação original (estímulo distal) e a informação recebida (proximal) se dá pela presença de ruído, que conforme é diagnosticado, pode ser objeto de estudo para o aprimoramento da comunicação.

² Comentário da autora.

Mc Cormick (1976, p.4) também expõe: “considera-se um sistema homem-máquina a combinação de uma ou mais pessoas e um ou mais componentes físicos interagindo e produzindo ‘*outputs*’ – resultados – a partir de ‘*inputs*’ – estímulos e dados – recebidos”. O sentido de máquina definido por ele é amplo, podendo ser

O conceito comum de máquina é demasiado restrito e, por isso, deveríamos considerar ‘máquina’ como qualquer tipo de objeto físico, dispositivo, equipamento, instalação ou, coisa, usado pelas pessoas realizando alguma atividade que a levará a atingir um determinado objetivo ou a realizar determinada função.” (Mc CORMICK, p.4, 1976)³.

Ele acrescenta que a execução de uma atividade típica compreende a combinação de quatro funções básicas: fonte (*input*), informação recebida, repertório (memória) e processamento de informação que resultará em uma decisão, ação esta que provocará uma saída (*output*). Oferece-nos ainda um diagrama representativo desse processo:

Fig. 2.1 – Processamento de informações em um sistema homem-máquina.
Fonte: Mc CORMICK, p.9, 1976.

Apesar de contemplar o processo desde a emissão do sinal pela fonte até a consequência daquele estímulo (saída), precisamos ressaltar algumas considerações necessárias para a compreensão do estudo dessa tese.

³ Texto traduzido pela autora. Texto original: “The common concept of ‘machine’ is too restricted, and we should rather consider a ‘machine’ to consist of virtually any type of physical object, device, equipment, facility, thing, or ‘what have you’ that people use in carrying out some activity that is directed toward achieving some desired purpose or in performing some function”.

Ainda que não evidenciado pelo diagrama de Mc Cormick (1976), é possível que ocorram situações que distorçam as informações emitidas, até o seu recebimento pelos sensores. O ambiente no qual ocorre a comunicação é também um fator participante desse processo, influenciando muitas vezes o estímulo recebido por aqueles.

Outro fator que influencia o processo de comunicação é o objetivo desta. O objetivo específico tende a influenciar as informações processadas, induzindo q filtragem das informações recebidas, selecionando as relevantes para atingir tal objetivo. Aquelas que não contribuem para se atingir o objetivo da comunicação tendem a ser ignoradas ou negligenciadas. Tal fato pode ser exemplificado quando, durante uma reunião, ocorre algo que não contribui para se atingir o objetivo da comunicação, como o barulho de uma trovoadas. Essa informação é recbida pelos sensores mas tende a ser processada muitas vezes como uma informação marginal e não participante do conteúdo do processamento.

Buscando incorporar esses mecanismos ao diagrama de Mc Cormick (Fig. 2.1), propomos para esse estudo o diagrama a seguir:

Fig. 2.2 – Processamento de informações em um sistema homem-máquina-ambiente.
Fonte: Proposta da autora baseada no diagrama de Mc Cormick (Fig. 2.1)

Dessa forma, o sistema de um diálogo é composto por duas pessoas, seus instrumentos vocais (máquina) e o ambiente. Para cada elemento do esquema acima, temos os principais personagens:

a) FONTE	a) informação sonora; b) informação verbal; c) informação visual: a voz de quem fala, fisionomia, gestos, expressões faciais, aspecto físico do ambiente: proporção, acabamentos, cores, aspectos térmicos, acústicos;
b) SENSORES	Sistema auditivo, visual, tátil e olfativo. Recebimento das informações por meio dos estímulos sensoriais.
c) REPERTÓRIO (memória)	Familiaridade com timbre de voz, conhecimento da língua, reconhecimento de quem fala, significado de gestos e expressões faciais;
d) PROCESSAMENTO	Associação entre os estímulos recebidos e o repertório;
e) AÇÃO	Fala, movimentação corporal, expressão facial, etc.
f) SAÍDA	Som da fala, imagens da movimentação do corpo e da face, deslocamento de ar, etc.

Tabela 2.1 – Análise do sistema do diálogo composto por duas pessoas.

Fonte: Análise da autora

Em cada etapa da atividade realizada, pode haver um conjunto de ruídos que comprometem a eficiência da comunicação. Por exemplo: uma pessoa fala, e parte do som é absorvida pelo ambiente, ao mesmo tempo em que um trem passa por perto; já outro indivíduo é míope e, por isso, não vê todas as expressões faciais comunicadas; existem palavras que não são conhecidas por quem recebe o estímulo sonoro, ou a comunicação é realizada em língua estrangeira, demandando um processamento mental mais efetivo à compreensão da mensagem; o significado das expressões corporais por quem recebe o estímulo é equivocado⁴; o interlocutor tem problemas de dicção.

⁴ Este ruído é comum quando pessoas de culturas diferentes conversam. O significado dos gestos e expressões corporais muitas vezes é estabelecido por processos culturais, apresentando para culturas diferentes, significados distintos. Hall (2005) exemplifica essa afirmação quando expõe: “O simples fato de segurar o umbral da porta quando o corpo já está no interior do compartimento... não se considera que ela (a pessoa) esteja totalmente dentro do território do outro. Nenhuma dessas definições espaciais americanas vale para o norte da Alemanha.”(Hall, p.163).

Assim, entendemos por ruído qualquer mecanismo ou processo que diminui a informação comunicada num sistema. Em cada etapa pode haver a depreciação ou transformação da informação, podendo ocorrer ruído. Todos esses ruídos depreciam a comunicação e, quando são minimizados, amplificam as potencialidades do diálogo.

Os meios de comunicação adequados às mensagens

Nas organizações atuais, a comunicação oral não basta para transmitir, armazenar e compartilhar a grande quantidade de informações, uma vez que esta depende do corpo e, portanto da presença de uma pessoa específica. Para atender a essa demanda, outros recursos tecnológicos precisam dar o suporte necessário.

A comunicação interna da Odebrecht faz parte de um amplo programa de relacionamento com os diversos públicos, que inclui vários veículos de comunicação executados por equipe própria e também por terceiros... Tanto que a missão estratégica da comunicação interna é proporcionar essa oportunidade em todos os níveis da empresa de forma eficaz.” (DAMANTE e LOPES, 2002).

A diversificação dos meios de comunicação, nos processos de decisão corporativos, também é encontrada na Idade Média. Na época, apesar da predominância da sociedade oral, o surgimento dos *burgos* marcou também o surgimento de uma instituição – a *Guilda* –, que regulamentava os mecanismos das atividades comerciais e determinava que as decisões fossem registradas por escrito, em uma carta, permitindo aos comerciantes o acesso às decisões tomadas nas reuniões daquela instituição.

Diferentemente da periodicidade dos cultos religiosos, que se valiam do púlpito e da expressão oral para transmitir suas mensagens, ali se formava o hábito de circular a informação comercial através da palavra manuscrita... Fosse através de cartas particulares ou dos chamados boletins informativos, o fato é que as notícias escritas eram cada vez mais imprescindíveis a uma atividade que deixava os limites de um burgo e se expandia para novos territórios (GONTIJO, 2004, p.139)

A oralidade, que carrega em si a subjetividade da interpretação da mensagem, dividia com a escrita o papel de guardar as informações importantes a serem perpetuadas.

Nas relações comerciais, as cartas têm a importância da informação registrada, muitas vezes com a pretensão de ser objetiva e perene; o documento guardado que pode ser lido e relido. Assim como nas Guildas, o registro escrito desempenhou papel importante em diversas instituições civis da sociedade.

Em Florença, nos séculos XIV e XV, escolas especializadas ensinavam escrita e aritmética com base em exemplos comerciais para meninos que iriam se tornar comerciantes ou contadores. Como outras cidades do mundo mediterrâneo, Florença pode ser definida como uma cidade de notários, na qual os documentos escritos tinham função indispensável, sobretudo para registrar transferências de propriedades por ocasião de matrimônios ou mortes (BRIGGS e BURKE, 2004, p.41).

Em virtude dessas características peculiares, a escrita é largamente utilizada nas empresas contemporâneas como instrumento de registro e oficialização da informação. A carta enquanto documento físico se tornou símbolo da comunicação oficial.

Apesar de um pedaço de papel poder ser descartado, seu caráter perene permitiu o acúmulo de informações que registraram a nossa história.

Um exemplo de carta circunstancial que virou história é a de Pero Vaz de Caminha. Escrita em 22 de abril de 1500, tinha um destinatário específico: o rei D. Manuel. O redator se dirige a uma pessoa em particular e, apesar de a intenção de registro perene não poder ser deduzida, a história tratou de eternizá-la.

Senhor. Posto que o Capitão-mor desta Vossa frota, e assim os outros capitães escrevam a Vossa Alteza a notícia do achamento desta Vossa terra nova, que se agora nesta navegação achou, não deixarei de também dar disso minha conta a Vossa Alteza, assim como eu melhor puder, ainda que -- para o bem contar e falar -- o saiba pior que todos fazer! (Edição de base: Carta a El Rei D. Manuel, Dominus, São Paulo, 1963.)

A mensagem contida na carta de Caminha tinha a finalidade informativa de descrever as características das terras descobertas. Seu desafio foi comunicar conteúdos visuais por palavras escritas.

A análise Ergonômica

Quando o objetivo é a tradução de um estímulo de determinada natureza por um estímulo de outra natureza, o desafio é aumentado.

A produção da mensagem verbal que descreve a paisagem seria:

a) FONTE	A natureza iluminada pelo sol, os ventos, sons dos animais, odores etc.;
b) SENSORES	Sistema auditivo, visual, tátil e olfativo.
c) REPERTÓRIO (memória)	Impressão visual, conhecimento das espécies da natureza, capacidade de diferenciação de cores, de odores;
d) PROCESSAMENTO	Criação da imagem visual da paisagem brasileira, tradução da imagem visual em palavras, em um discurso linear, cujo significado é de domínio do interlocutor.
e) AÇÃO	Redação da mensagem verbal.
f) SAÍDA	Carta escrita.

Tabela 2.2 – Análise da produção da Carta de Caminha.
Fonte: Análise da autora.

Afora os ruídos comuns de cada etapa, chama atenção aquele ocorrido na etapa do processamento. A partir dos estímulos recebidos por Caminha, é no processamento que essas impressões são percebidas como um todo⁵. A partir da articulação dessas impressões com a memória, processa-se o reconhecimento da paisagem e a conseqüente tradução de tais impressões em palavras que são, posteriormente, redigidas em uma mensagem verbal.

⁵ A teoria da *Gestalt* nos oferece o suporte para essa afirmação, quando explora em seus estudos a percepção sob o ponto de vista da psicologia e define, entre os seus princípios fundamentais, aquele que estabelece que a percepção humana é global, ou seja, que percebemos o todo e não a somatória de suas partes. (explicação da autora)

No processo de leitura da carta, outros ruídos são acrescentados:

a) FONTE	A carta escrita; Estímulo visual e verbal;
b) SENSORES	Sistema visual (para ler a carta) e tátil (para pegar a carta)
c) REPERTÓRIO (memória)	Conhecimento da língua e estruturas da linguagem, repertório sobre as cores, espécies, odores, ventos, etc.;
d) PROCESSAMENTO	Tradução das palavras em imagens;
e) AÇÃO	Imaginação da paisagem brasileira.
f) SAÍDA	Sem definição.

Tabela 2.3 – Análise do processo de leitura da Carta de Caminha.

Fonte: Análise da autora.

Nota-se que tanto a tradução da paisagem em mensagem verbal como seu caminho oposto dependeram diretamente do processamento e da sua articulação com o repertório de cada um dos participantes do processo. Entretanto, a caracterização desse repertório depende de experiências subjetivas acumuladas ao longo da vida de cada um. Assim, conforme a tradução se realiza, o autor da mensagem verbal busca encontrar palavras que significam fielmente o que ele quer representar.

Da mesma forma, quando uma mensagem é lida, o leitor interpreta seu significado segundo um conjunto de valores, vivências e repertório de imagens que acumulou ao longo da vida. Como as pessoas possuem repertórios diferenciados, o significado do texto é diferente para cada indivíduo.

Além disso, as mensagens visuais e verbais têm natureza diferente e, para Mayer (2000, p.67-68), não podem se equivaler; a tradução de uma forma à outra constitui uma perda de significado, ou seja, produz ruído:

Palavras e imagens são qualitativamente diferentes e por sua natureza, representações visuais e verbais não podem ser informacionalmente equivalentes... Usando-se palavras podemos descrever uma imagem de um modo interpretado ou abstrato que exige um esforço mental para ser traduzido... Usando imagens podemos reconhecer a imagem de uma forma mais intuitiva e próxima à nossa experiência visual.

Apesar da perda de informação, inerente a qualquer linguagem verbal, as empresas reconhecem o valor da linguagem escrita e a utilizam largamente para minimizar os efeitos da volatilidade da linguagem oral. A precisão linguística, formal e com recursos de redundância, tenta diminuir a perda de informação inerente à linguagem verbal. Os jargões profissionais são, nesse contexto, utilizados como recurso para minimizar ruídos na comunicação oral e sob o ponto de vista da ergonomia aumentam a qualidade da comunicação.

A comunicação unidirecional

Na época da carta de Caminha, as cartas eram um importante meio de comunicação à distância⁶, levando a mensagem sem que fosse necessária a presença do redator. Com a Corte em Portugal, as notícias e ordens do Rei encontraram nesse meio um instrumento de exercício e formalização do poder. Como as cartas percorriam longas distâncias de navio, da Corte à Colônia, a resposta às ordens do rei demorava a surtir efeito, fato que se modificou substancialmente quando a Corte mudou-se para o Brasil, reduzindo as distâncias entre o comando e o comandado. Apesar dessas dificuldades, a carta era o instrumento utilizado quando a mensagem devia ser literalmente comunicada, sem a necessidade de interação.

⁶ “A segunda metade do século XV foi a época da criação dos serviços postais regulares na maioria dos países da Europa. No século seguinte, as carreiras de diligências já ligavam a maior parte do continente, o que reforçava o papel econômico das estradas, embora fossem malconservadas e perigosas. Muitas vezes era preciso percorrer as vias fluviais, como o Tibre, já intensamente utilizado” (Gontijo, p.201).

No caso de serem do Rei, traziam ordens Imperiais que não deviam ser contestadas. Bastava que as cartas chegassem à Colônia e fossem distribuídas. A comunicação unilateral cabia ao poder estabelecido, e o meio impunha dificuldades para um eventual questionamento.

O mecanismo unidirecional de comunicação verificado nas cartas do Rei é encontrado também nas organizações autocráticas. Rosenblatt (1982) nos explica que os modelos tradicionais de gerenciamento são baseados no claro estabelecimento das estruturas hierárquicas, em que os cargos e as funções são bem definidos e as ordens e decisões têm uma única direção: de cima para baixo. Essa estrutura é encontrada nas empresas mais antigas, nas quais as organizações mantinham uma estrutura altamente autoritária em que ninguém podia questionar as ordens da autoridade.

Nesse cenário, os meios não interativos de distribuição de mensagens eram amplamente utilizados e serviam ao objetivo comunicacional da empresa.

A comunicação em massa

A cultura fabril, de estrutura hierárquica definida e autoritária da empresa, estava em sintonia com a imprensa⁷, que permitia a rápida disseminação da informação. Assim, uma única mensagem podia chegar às mãos de várias pessoas em pouco tempo.

⁷ A imprensa de Guttenberg – cujas primeiras impressões foram produzidas em 1448 –, abriu um novo horizonte para os meios de comunicação em massa. Até então, a produção e distribuição de textos era cara e limitada. A criação de tipos móveis e reutilizáveis barateou os custos de produção, possibilitando a diversificação dos materiais impressos. (explicação da autora).

Com a agilidade e o barateamento dos custos de produção, a prensa serviu a uma função importante: a de dar notícias sobre a sociedade, democratizando a informação: “A notícia sempre se ocupou do presente, mas até a invenção da prensa, não era possível divulgar a informação com rapidez a ponto de manter a sociedade atualizada” (GONTIJO, 2004, p.202)

Ainda hoje, essa função principal da imprensa jornalística se mantém e invariavelmente as grandes empresas fazem uso da potencialidade desse meio, oferecendo informativos e jornais internos à comunidade empresarial.

A comunicação instantânea à distância

No século XVIII, o desenvolvimento tecnológico proporcionado pela eletricidade fez com que o transporte da mensagem tivesse meios mais rápidos para se efetivar, abrindo também o canal interativo de comunicação, graças à resposta imediata que esse meio permite.

Samuel Morse, em 1840, apresenta no telégrafo uma solução para o problema da distância que a mensagem devia percorrer. Com a sua invenção, a informação escrita é dissociada de seu suporte material – o papel – encontrando em um meio imaterial – a corrente elétrica – o canal para transmitir informações. A dificuldade em atingir pontos mais distantes dependia agora da disponibilização de uma rede de fios, pelos quais inúmeras mensagens poderiam ser transmitidas em tempo real.

A busca de alternativas tecnológicas para comunicar à distância, sem o transporte de matéria, já existia há muito tempo.

Os romanos criaram uma rede de ‘telégrafos’ através de sinais de fumaça com mais de 4.500 quilômetros de extensão. Napoleão Bonaparte, no auge de seu poder na França, instalou 224 estações sinalizadoras espalhadas por mais de 1.600 quilômetros. Era uma engenhoca cara e complicada, mas mesmo assim o sistema foi adotado em vários países da Europa (GONTIJO, p. 329).

O telégrafo foi um importante meio de comunicação na guerra, situação em que o tempo desperdiçado no transporte de uma mensagem pode ser decisivo para a vitória. Dessa forma, foi um instrumento que ampliava a vantagem competitiva, suprimindo aquela necessidade de comunicação.

A mensagem telegráfica, simples e objetiva, pôde então conectar com rapidez as empresas, agilizando as relações entre diversos setores da sociedade.

Gradativamente, seu invento foi sendo adotado nos meios comerciais, militares, políticos e jornalísticos, exigindo a instalação de linhas ligando cidades, países e continentes (GONTIJO, p.331)

O telégrafo alarga o caminho da interatividade da comunicação à distância, ainda que limitadamente. A difusão de seu uso e o longo tempo de existência mostram a praticidade e eficiência desse meio para fins de comunicação de mensagens verbais precisas.

A comunicação da mensagem escrita instantânea que o telégrafo proporcionava tem seu papel hoje nas empresas com o correio eletrônico e com os comunicadores instantâneos⁸. O primeiro substitui a mensagem unilateral e o segundo, a interativa. Essas duas ferramentas popularizaram a comunicação eletrônica escrita e imediata aos empregados da empresa.

⁸ Os comunicadores instantâneos são programas em que é possível se comunicar por linguagem escrita ou oral com outra pessoa, pela rede mundial de computadores, a Internet. Os mais populares são: ICQ, MSN Messenger e Yahoo Messenger.

A análise Ergonômica

À semelhança da carta, a comunicação pelo telégrafo baseia-se na mensagem verbal. Além do ruído natural de um texto escrito, esse meio acrescenta o ruído de codificação da mensagem, exigindo um esforço a mais para sua decodificação.

A rapidez e a interatividade do telégrafo eram seus diferenciais, quando comparado às tecnologias da época e quando a mensagem chegava quase instantaneamente ao seu destino, permitindo uma resposta (ação) imediata.

a) ENTRADA:	Informação da mensagem codificada;
b) SENSORES:	Sistema auditivo: recebimento do som com a mensagem codificada;
c) REPERTÓRIO (memória):	Conhecimento do código Morse, armazenamento da mensagem codificada e decodificada;
d) PROCESSAMENTO:	Decodificação e interpretação da mensagem;
e) AÇÃO:	Anotação da mensagem, resposta;
f) PROCESSAMENTO:	Codificação da resposta;
g) AÇÃO:	Digitação da resposta;
h) SAÍDA:	Informação da resposta codificada.

Tabela 2.4 – Análise do processo de comunicação por telégrafo.
Fonte: Análise e produção da autora.

Ruídos como a confusão na digitação da mensagem, a confusão no significado dos sinais e a confusão na codificação da resposta fazem desse canal um meio mais complexo de comunicação. Apesar disso, ele prima pela confiabilidade da mensagem verbal que, assim como a carta, é transmitida literalmente.

O ruído intencional

Se por um lado o meio telegráfico produzia uma comunicação instantânea, essa comunicação podia ser interceptada pelo inimigo. Assim como em uma empresa, na qual os objetivos comuns não devem ser compartilhados com os concorrentes por motivos estratégicos, na

guerra as partes inimigas buscam preservar o sigilo da informação. Por conseguinte, desenvolveram-se formas de criptografar a informação de modo a transmiti-la em código.

Nesse caso, o ruído provocado tem o objetivo de inviabilizar a compreensão da mensagem. No entanto, se os princípios de construção do ruído forem preservados, será possível restituir a mensagem originalmente evocada.

Temos um exemplo conhecido de inviabilidade intencional da compreensão da mensagem na II Guerra Mundial. Os alemães criaram a *Enigma*: uma máquina mecânica que criptografava as mensagens transmitidas, usando um sistema de codificação bastante sofisticado para a época. Quando os aliados encontraram um desses dispositivos em um submarino alemão, demoraram onze meses até conseguirem decifrar a lógica de sua criptografia.⁹

A criptografia da máquina *Enigma*:

Os aviões atacam amanhã

Mensagem criptografada: UFTQXNÖVLZWPB IYOLAEHOÄ

Atacam os aviões amanhã

Mensagem criptografada: NTGR PFJVIFMCÖKAOLAEHOÄ

Amanhã atacam os aviões

Mensagem criptografada: NCGJQÄWTZMXFVLPOLSIÖQG

Fig. 2.3 – A máquina Enigma, utilizada pelos alemães na II Guerra Mundial para se comunicar com mensagens criptografadas.
Fonte: National Security Agency, 2006.

⁹ Informação obtida nos displays informativos do *War Museum* de Londres, em 2005, em visita de pesquisa.

A análise Ergonômica

A máquina Enigma apresenta uma lógica complexa de criptografia: a palavra “GENERAL”, por exemplo, ao ser codificada, transforma-se em “LAKNQKR”. A primeira letra “E” é codificada como “A”, enquanto a segunda letra “E” é codificada como “N”. Com isso, a lógica de substituição de caracteres não era fácil de ser decifrada.

a)	FONTE:	Digitação da mensagem;
b)	SENSORES:	Sistema auditivo: recebimento do som da mensagem codificada;
c)	REPERTÓRIO (memória):	Armazenamento da mensagem codificada;
d)	PROCESSAMENTO:	Não há (impossível compreender a mensagem);
e)	AÇÃO:	Digitação da mensagem codificada na máquina decodificadora;
f)	PROCESSAMENTO: Máquina	Decodificação da mensagem;
g)	PROCESSAMENTO: Homem	Interpretação da mensagem;
h)	AÇÃO:	Resposta.
i)	SAÍDA:	Digitação da resposta;

Tabela 2.5 – Análise da comunicação criptografada da máquina *Enigma*.

Fonte: Análise e produção da autora.

Sem o conhecimento da lógica de decodificação¹⁰ a mensagem era anulada e não produzia significado para o interceptador.

Atualmente, as empresas utilizam o sistema de criptografia para preservar as informações que circulam em seus canais, principalmente nos meios eletrônicos que podem facilmente codificar e decodificar a mensagem.

¹⁰ A *Enigma* era uma máquina codificadora/decodificadora que funcionava com um complexo sistema de engrenagens móveis. Estas giravam conforme a mensagem era codificada, modificando constantemente a chave de criptografia. Para decodificar a mensagem era preciso saber que engrenagens usar e qual sua seqüência de montagem. (explicação da autora)

A comunicação na era da máquina

A Revolução Industrial do século XIX, que teve como símbolo a máquina a vapor, construída por James Watt em 1789, acelerou a velocidade de produção e de transporte de bens, o que modificou a percepção do tempo, evidenciando a necessidade de tecnologias de comunicação mais rápidas e eficazes.

É conhecido que a remodelação da estrada de ferro operou não apenas em nossa percepção de geografia, mas, definitivamente, em nossa concepção do espaço e do tempo... Constituição de um novo espaço-tempo, fundado não só na destruição física do espaço-tempo tradicional, mas também na substituição da moral antiga ligada à natureza por valores novos, o desejo da aceleração, a perda das raízes (AUMONT, 1999, p.53).

A mudança na visão de mundo teve impacto nos diversos setores da sociedade, principalmente nas empresas, que refletiram essa mudança e também foram seus personagens.

O desejo de aceleração foi traduzido nas empresas pela busca constante do aumento da produtividade, com vistas a lucros maiores e custos menores. A maioria dos trabalhadores da Revolução Industrial realizava tarefas mecânicas e repetitivas, que não deviam ser questionadas, mas apenas executadas. Nesse contexto, a ordem era produzir, atingindo o resultado esperado pela empresa. Assim como acontecia com as ordens do Rei, o empregado tinha pouca abertura para uma interação com as hierarquias superiores, reduzindo a necessidade de tecnologias de comunicação mais interativas.

Essa opressão da classe operária é refletida no Manifesto Comunista de Marx, que vê nos meios de comunicação um canal de distribuição de mensagem para convocar os trabalhadores à revolução:

O proletariado passa por diversas fases evolutivas. Sua luta contra a burguesia começa com sua existência. No início lutam os operários individuais, depois os de uma fábrica, depois os trabalhadores de um ramo do trabalho num local contra o burguês individual que os explora diretamente... De tempos em tempos vencem os trabalhadores, mas só transitoriamente. O único resultado de suas lutas não é o êxito

imediato, mas a unificação cada vez mais ampla dos trabalhadores. É incentivada pelos crescentes meios de comunicação produzidos pela grande indústria e que põem em contato os operários das diversas localidades. E só é precisa a comunicação, a fim de centralizar as muitas lutas locais de caráter idêntico em todas as partes, em uma luta nacional, em uma luta de classes... (MARX, 1848).

No Brasil, para atingir as grandes massas com sua mensagem, Getúlio Vargas explorou o potencial do rádio a fim de proferir seus discursos. Em vigência de seu mandato, o programa “A Hora do Brasil” começou a ser de veiculação obrigatória por todas as emissoras de rádio do país (ano de 1938)¹¹, o que mostra a preocupação da classe política da época com o poder da comunicação do som. O estímulo sonoro oferecido por ele permitiu comunicar informações que eram, até então, eliminadas nos meios utilizados e expressar o fervor de sua voz.

Suas “últimas palavras” encontraram também no rádio o meio conveniente para comunicar ao povo o porquê de seu suicídio. Sua Carta Testamento deixa claro que a mensagem era direcionada a muitos, devendo, portanto, ser divulgada por um meio de massa. A curiosidade dessa mensagem é que ela transitou por diversos meios de comunicação, sendo escrita, falada e, ainda que incipientemente, televisada.

[...] Tenho lutado de peito aberto. O ódio, as infâmias, a calúnia não abateram meu ânimo. Eu vos dei a minha vida. Agora vos ofereço a minha morte. Nada receio. Serenamente dou o primeiro passo no caminho da eternidade e saio da vida para entrar na História. (Rio de Janeiro, 23/08/54 - Getúlio Vargas)

¹¹ Fonte: Radiobrás, 2006.

A comunicação interativa e a mudança na geografia empresarial

Dos tempos da Revolução Industrial aos dias de hoje, a cultura organizacional mudou, principalmente com o desenvolvimento das tecnologias de comunicação. Estas proporcionaram a intensificação do contato entre os funcionários da empresa, abrindo, aos poucos, o canal para o diálogo e o compartilhamento de objetivos.

Simultaneamente, o desenvolvimento das tecnologias de comunicação provocou um fenômeno de democratização da informação e de mudança nas relações comerciais:

Do telégrafo à Internet, toda nova tecnologia de comunicação acena com a promessa de reduzir a distância entre as pessoas, de aumentar o acesso à informação, de nos aproximar cada vez mais do sonho de um mercado global de eficiência perfeita sem restrições (FRIEDMAN, 2005, p.235).

Com o surgimento do telefone, no final do século XIX, e sua popularização ao longo do século XX, a informação sonora pôde ser transportada sem a necessidade do deslocamento dos participantes do diálogo. A possibilidade de conversar com alguém de forma similar a uma conversa pessoal fez com que pessoas muito distantes geograficamente parecessem umas ao lado das outras, ampliando os limites geográficos da comunicação. A fidelidade do registro sonoro contribuiu para o sucesso dessa tecnologia para a comunicação entre duas pessoas, aproximando o estímulo recebido pelo meio daquele recebido em uma conversa presencial.

Esse meio agregou valor, pois reduziu o tempo para nos contatarmos¹². Os telefones tinham um número, que indicava o lugar onde se encontravam instalados. Assim, os sistemas de

¹² Os primeiros sistemas telefônicos funcionavam com uma rede de assinantes, cujas linhas eram ligadas a um equipamento por meio do qual operadores (comumente mulheres-telefonistas) recebiam a solicitação do número de destino e, por meio de plugues, conectavam os assinantes em uma ligação. Com o tempo, a rede de telefonia foi crescendo e as mesas de operação foram interligadas. A fim de realizar uma ligação era necessário que várias operadoras conectassem os

telefonia conectavam lugares. A fim de falar com alguém, era preciso fazer uma ligação para cada local em que essa pessoa provavelmente estivesse. Hoje, a telefonia fixa apresenta essa característica, e freqüentemente dizemos que ligaremos “para seu escritório” ou “para sua residência”, ou seja, para um lugar.

Análise Ergonômica

São características da tecnologia do telefone a ausência do estímulo visual e a predominância do estímulo sonoro.

a)	FONTE:	Pessoa 1 falando;
b)	SENSORES:	Sistema auditivo: som representativo da fala da pessoa 1 através do aparelho (passível de ruído);
c)	REPERTÓRIO (memória):	Armazenamento da mensagem, conhecimento da língua;
d)	PROCESSAMENTO:	Interpretação da mensagem;
e)	AÇÃO:	Resposta – fala da pessoa 2;
f)	SAÍDA:	Som da voz da pessoa 2.

Tabela 2.6 – Análise da comunicação por telefone.

Fonte: Análise e produção da autora.

Para determinadas atividades da empresa, o ruído ou ausência de sinal no canal visual é desejado, pois não se pretende divulgar a informação visual para quem está do outro lado da linha. Em outras situações, como em reuniões para a decisão de uma estratégia de negócios, a falta de informação visual pode comprometer o propósito da comunicação.

Por esse motivo, muitas empresas investem na criação de salas de videoconferência para reduzir o ruído dessas situações e, por vezes aumentar a informação comunicada..

fios, o que resultava em demora considerável para completar a chamada. Com a criação do “*dial*”, o disco de números, a ligação pôde ser realizada automaticamente, sem o operador. Posteriormente os sistemas DDD e DDI permitiram ligações nacionais e internacionais automáticas. (explicação da autora baseada nos displays informativos do Museu de Ciências de Londres, em visita realizada em setembro de 2005).

A pulverização geográfica dos espaços empresariais

Desde que o telefone foi criado, sua presença no mundo dos negócios foi marcante, ligando empresas a clientes¹³, matrizes a filiais, chefes a empregados e equipes de trabalho, sem diferenciar as distâncias que os separam.

Empresas e clientes

Com o desenvolvimento das tecnologias de comunicação e o barateamento de seus custos, muitas “centrais” de relacionamento passaram a operar de forma terceirizada, modificando as relações espaciais da empresa. Quando um usuário liga para um número telefônico, pode descobrir que o serviço 0800 não é uma central, no sentido espacial da palavra, em que os empregados ocupam um mesmo escritório em um edifício da cidade. Em vez disso, cada operador é independente do outro, muitas vezes trabalhando em sua própria casa e conectado com o sistema de dados da empresa pela Internet. Se o usuário ligar novamente para o serviço 0800, provavelmente outro operador atenderá, em outro lugar da cidade e quem sabe até do mundo.

A descaracterização geográfica do operador é freqüente nas empresas americanas que mantêm suas centrais de *telemarketing*¹⁴ e de atendimento ao cliente na Índia, onde a mão-de-obra é mais barata.

¹³ tanto que muitas empresas oferecem a seus clientes um número de telefone como canal de comunicação para atendimento – os SACs (Serviço de Atendimento ao Cliente). (comentário da autora).

¹⁴ Segundo Ferreira (2004), *telemarketing* é: “Forma de marketing direto (q. v.) que utiliza o telefone como recurso sistemático e interativo de comunicação, para as atividades de atendimento, promoção, pós-venda, obtenção de informações sobre o mercado, etc.” (Ferreira, p.1928).

Tudo o que eu queria era entender por que os indianos que conheci estavam tirando o trabalho dos americanos, por que haviam se tornado uma referência tão importante no campo da terceirização de serviços e tecnologia da informação dos EUA e outros países industrializados... muitas pessoas que lá conheci (Índia¹⁵) pareciam americanas, enquanto outras reproduziam à perfeição o sotaque americano nos call centers. (FRIEDMAN, 2005, p.13)

Assim, ao ligarmos para uma empresa, não estamos nos referindo mais a seu escritório central, mas a um departamento desterritorializado.

As relações entre os funcionários da empresa

O telefone, além de ampliar os limites geográficos da empresa, derivou-se em uma modalidade móvel que também contribuiu para novas relações entre comunicação e espaço. A portabilidade do telefone celular¹⁶ faz com que o número esteja diretamente relacionado a uma pessoa, e não mais ao lugar em que ela se encontra.

Por ser um meio rápido e eficaz para a comunicação oral, essa tecnologia desempenha um papel muito importante nas relações de negócio, possibilitando que pessoas sejam “localizadas” rapidamente e tornando irrelevante sua posição geográfica

Uma característica importante dos sistemas telefônicos que atende às necessidades empresariais é a possibilidade de interação de diversas pessoas em um único canal telefônico. Apesar de suas limitações, o baixo custo propiciado pelo aproveitamento de uma rede

¹⁵ Comentário da autora.

¹⁶ Em Portugal, o aparelho de telefonia móvel é chamado “telemóvel”, reforçando a característica portátil desse equipamento, assim como nos Estados Unidos o termo “móbile” (móvel) é utilizado para essa designação. (comentário da autora).

telefônica já instalada faz com que as empresas usem o recurso de teleconferência quando precisam realizar reuniões com pessoas distantes.

Segundo Ferreira (2004), teleconferência é a:

Modalidade interativa de telecomunicação mediante a qual três ou mais pessoas, em diferentes locais, se comunicam ao mesmo tempo via linha telefônica, rede de computadores, radiofonia, etc (FERREIRA, 2004, p.1927).

Assim, o termo teleconferência é utilizado muitas vezes para indicar uma conferência à distância, independentemente dos canais de comunicação envolvidos. Neste trabalho, a teleconferência é a conferência à distância mediada por tecnologia, com a utilização de som ou até imagem. Porém, usaremos essa terminologia em seu sentido mais restrito, para designar a conferência telefônica à distância, ou seja, a conferência em que diversas pessoas, individualmente ou em grupos em localidades distintas, interagem por meio de um canal telefônico. À conferência com a transmissão de som e imagem designaremos videoconferência.

Em janeiro de 2006, um dos maiores bancos mundiais anunciou a seus funcionários a disponibilização de um canal para a realização de teleconferências para até 80 pessoas. Entretanto, é difícil imaginar como se realizaria uma comunicação sonora com tal número de pessoas.

Quando há mais do que duas pessoas envolvidas na conversa telefônica, a compreensão completa das mensagens e de seu contexto só é possível a partir da identificação de cada personagem e de sua respectiva atuação e assim mesmo até um número relativamente pequeno de participantes. Nesse sentido, a falta do estímulo visual, por vezes pouco sentida nas ligações telefônicas tradicionais, aparece nessa situação como uma limitação evidente para uma comunicação confiável.

Agilidade na comunicação da informação visual

O telefone também foi suporte para o desenvolvimento da tecnologia do fac-símile, que possibilitou a chegada da informação visual a um destinatário com a transmissão de informações, como cartas, notas fiscais, gráficos e imagens que se transformam em outros documentos materiais em qualquer outro lugar servido por uma linha telefônica e um aparelho de fax.

No ambiente de escritório, em que documentos em papel eram muito utilizados, essa tecnologia acrescentou à mensagem escrita uma dimensão visual. Assim, informações que eram mais bem representadas graficamente podiam ser comunicadas à distância, ganhando velocidade de transmissão e incrementando as reuniões empresariais à distância com a dimensão da informação visual.

Mayer (2000, p.184), na definição de seus princípios multimídia, afirma: “aprende-se melhor com palavras e imagens que somente com palavras”. Portanto, esse ganho da dimensão visual implica também o aumento de eficiência da comunicação nas reuniões à distância.

O incremento gradual de possibilidades comunicacionais agregou à reunião à distância, valores importantes de informação. Cada vez mais, as características da reunião à distância se aproximavam daquelas das reuniões presenciais. Esse desenvolvimento permitiu avanços nas estratégias de comunicação das empresas, que utilizaram as tecnologias de comunicação para promover reuniões entre seus departamentos com frequência cada vez maior.

A mudança das estruturas organizacionais

Autores contemporâneos como Friedman (2005) discutem a mudança nas estruturas organizacionais. Ele entende que as atuais tecnologias de comunicação possibilitam novos arranjos para o funcionamento das empresas, estabelecido sob paradigmas baseados na progressiva mudança na estrutura de poder de decisão, Tais arranjos estão provocando o “achatamento do mundo”.

Ele afirma que o processo de achatamento é conduzido por dez forças principais, das quais sete têm relação com as questões de comunicação empresarial e são relevantes para a compreensão deste trabalho. São elas:

- 1) A queda do muro de Berlim;
- 2) O dia em que uma grande empresa da Internet foi para a Bolsa;
- 3) Softwares de fluxo de trabalho;
- 4) Terceirização;
- 5) *Offshoring*;
- 6) In-formação.

1. A queda do muro de Berlim, que separava as duas cidades com modelos econômicos e políticos diferentes: o capitalista e o comunista, consolidou a vitória das economias de livre mercado. Seguida pela abertura de mercado da Índia (que tem mais de 10% da população mundial), ajudou a consolidar uma visão de mundo mais global, permitindo, na visão de Friedman (2005), uma disseminação muito mais eficaz das melhores práticas, aumentando as interações dos povos e o fluxo de conhecimento acumulado entre eles. Conseqüentemente as empresas puderam também interagir com novos mercados, estabelecendo relações de negócio com eles.

Apesar do ponto de vista de Friedman poder ser questionado quanto à abrangência e intensidade dessas transformações, a ampliação das relações internacionais de mercado permitiram a abertura de novas oportunidades de comunicação nos negócios com lugares geograficamente distantes.

2. O dia em que uma grande empresa da Internet foi para a Bolsa.

A oferta pública inicial de ações da Netscape foi um toque de clarim, convocando o mundo a despertar para a Internet, que até então, fora território restrito dos primeiros usuários e maníacos por bugigangas eletrônicas. (FRIEDMAN, 2005, p.70)

O “*boom*” da Internet se baseou na idéia de que o mundo passaria por um processo de digitalização, em que todas as informações seriam digitalizadas e disponibilizadas na grande rede. A partir dessa premissa, os *softwares* passaram a desenvolver ferramentas para interagir na Internet, despertando uma consciência de comunicação global.

3. *Softwares* de fluxo de trabalho;

A Internet permitiu que, em todas as regiões do mundo nas quais houvesse uma linha telefônica, fosse possível o acesso às informações armazenadas em qualquer um de seus servidores. Assim, as empresas começaram a desenvolver projetos em que seus participantes podiam estar distantes uns dos outros e em que o gerenciamento de todas essas informações pudesse ser acessado por um computador conectado à Rede. Essa força potencializou a pulverização das forças de trabalho, possibilitada pela integração que os sistemas de comunicação disponibilizam.

4. Terceirização;

A terceirização de serviços para a diminuição dos custos estabeleceu conexões entre empresas de diversas partes do mundo permitindo que cada uma contribuísse com o trabalho que lhe fosse pertinente e competitivo. Isso só foi possível com investimentos em comunicação que permitiram a interligação imediata desses mercados. Bangalore, na Índia é um símbolo da terceirização, onde encontramos, entre outras, muitas empresas de teleatendimento.

5. *Offshoring*;

Offshoring, diferentemente da terceirização que é a contratação de determinado serviço de outra empresa, ocorre quando um departamento ou uma das fábricas de uma empresa é transferido para outra localidade geográfica, com o objetivo de produzir o mesmo produto, com os mesmos sistemas produtivos, só que com mão-de-obra mais barata. A China, um dos países que mais recebeu projetos de *offshoring* de empresas estrangeiras, entrou em 2001 na OMC (Organização Mundial do Comércio).

O gerenciamento de empresas *offshore* demanda uma estrutura de comunicação eficiente, pois o funcionamento dessas filiais encontra-se intrinsecamente vinculado à matriz.

6. In-formação¹⁷;

Os mecanismos sofisticados de busca na Internet permitiram o acesso facilitado à informação, agilizando os processos de decisão.

¹⁷ Termo tal como denominado por Friedman (2005).

A comunicação integrando a empresa

Essas forças de “achatamento” do mundo descritas por Friedman (2005) permitiram que as organizações ficassem cada vez mais pulverizadas pelo mundo, buscando em cada região, mão-de-obra capacitada a custos menores, tendo seus escritórios conectados por tecnologias de comunicação que buscam atender à demanda crescente de integração dos processos de decisão.

Quando de repente todos estes fatores se reuniram, por volta do ano 2000, engendraram uma plataforma com base na qual o trabalho e o capital intelectuais poderiam ser realizados de qualquer ponto do globo; tornou-se possível fragmentar projetos e transmitir, distribuir, produzir e juntar de novo suas peças, conferindo uma liberdade muito mais ampla. (FRIEDMAN, 2005, p.15)

Assim, os mecanismos de “achatamento” trazem novas relações de organização da empresa no tocante às estruturas de poder, reduzindo os níveis hierárquicos e convidando os níveis mais baixos a participar das decisões da empresa. Com isso, o número de pessoas que devem se comunicar na empresa aumenta e, com ele, a necessidade de comunicação entre pessoas em locais distantes.

Quando o modelo de criação de valor eminentemente vertical (baseado no comando e controle), até então predominante no mundo, começa a ser substituído por outro cada vez mais horizontal, (de interconexão e colaboração), não são só as empresas que serão afetadas (FRIEDMAN, 2005).

As reuniões empresariais adquirem dimensões intercontinentais e uma tecnologia eficiente de comunicação deve ser usada para permitir que, assim como acontece nas reuniões presenciais, os executivos tenham um ambiente propício às discussões e trocas de informações para tomar as decisões necessárias.

As empresas, empurradas pela necessidade de comunicação e pelo barateamento dos custos, vêm modificando essas suas relações, utilizando, cada vez mais a comunicação interativa à

distância, como o uso de telefones, comunicadores instantâneos, teleconferências, videoconferências e correios eletrônicos.

Essas diversas ferramentas refletem um mundo em que as barreiras geográficas são vencidas pelas potencialidades das tecnologias de comunicação, possibilitando uma “força de trabalho global viabilizada pela Web” (FRIEDMAN, 2005).

Além de agilizar as tomadas de decisão, as tecnologias de comunicação diminuem a distância entre os profissionais de empresas que ganham tempo por não terem de se deslocar fisicamente.

É verdade que algumas multinacionais passaram a evitar, de forma velada, mandar seus executivos em viagens de avião após o atentado terrorista de 11 de setembro. Elas vislumbram um mundo onde a videoconferência seria uma medida de segurança, e não apenas uma forma de gerar economia de tempo e dinheiro.¹⁸

Como a tecnologia ajuda a integrar a comunicação nas empresas

Como vimos, diversos meios de comunicação são usados pelos executivos em empresas: telefone, correio eletrônico, fac-símile, teleconferência, videoconferência e outros. Cada um deles, com sua especificidade, preenche uma necessidade comunicacional que diminui a necessidade do deslocamento para a realização de uma reunião.

Além de contabilizar custos de transporte e estada para a empresa, a viagem provoca um desgaste natural que indisponibiliza o empregado para o trabalho, em um tempo remunerado e

¹⁸ BLABLABLÁ... A reunião por telefone desbanca a videoconferência nas empresas. Por Camila Carvas, **VOCÊ S.A.** setembro 2005. p. 46-47.

precioso, significando desperdício de tempo e recursos, depreciando a agilidade nas negociações e no funcionamento da empresa.

Apesar dessas desvantagens, muitos executivos ainda viajam com a justificativa de que a comunicação é mais efetiva se realizada pessoalmente. Para resolver tal deficiência, as tecnologias de videoconferência devem ser melhoradas a fim de permitir reuniões mediadas com a mesma eficiência de uma reunião presencial.

Como consequência, a tecnologia de videoconferência reflete a busca de uma alternativa que maximize a informação comunicada, minimizando os ruídos e amplificando a eficácia da comunicação, procurando atingir níveis de interação eficientemente compatíveis com a comunicação presencial natural.

3. Reunião presencial versus reunião por videoconferência

Para que seja possível a realização de uma **análise ergonômica da reunião em videoconferência**, devemos compreender seu funcionamento e diagnosticar suas deficiências.

Assim, abordaremos a questão da reunião em videoconferência como uma reunião em que os estímulos chegam indiretamente aos receptores (participantes da outra sala de videoconferência), por equipamento considerado como um dispositivo de informação que pode ocasionar ruídos na comunicação.

Dessa forma, encara-se a reunião em videoconferência como uma simulação da reunião presencial, em que as informações e os estímulos oferecidos na reunião de videoconferência resultam da modificação de uma reunião presencial. Essa alteração é provocada pela inserção de um meio intermediário que transforma os estímulos distais em estímulos proximais, causando ruídos na comunicação que devem ser diagnosticados e podem ser minimizados.

Tal atitude corrobora os objetivos da ciência da Ergonomia que pretende, com a diminuição de ruídos dos dispositivos de informação (neste caso, a videoconferência), incrementar a eficácia da comunicação.

Caracterização da reunião

A reunião empresarial em questão é aquela em que os participantes se comunicam para um processo colaborativo de tomada de decisão. Assim, todos compartilham os mesmos objetivos – tomar a melhor decisão estratégica para a empresa –, e visam à comunicação mais ampla e clara possível.

Serão analisados os estímulos presentes na reunião convencional (presencial), em uma sala de reuniões tradicional, contrapostos aos estímulos presentes em uma reunião por videoconferência em salas de reunião com equipamento de videoconferência do tipo *set-top*. Em ambos os casos, consideraremos que participa da reunião um grupo de oito pessoas, por ser esse o número médio de participantes de uma reunião de negócios entre os funcionários de uma empresa, segundo dados obtidos em pesquisa de campo¹.

Assim, consideraremos as seguintes salas de reunião:

Fig. 3.1 – Objeto de estudo: Sala de reunião presencial para 8 pessoas; Identificação da sala: **A**.
Fonte: Proposta da autora, 2006.

¹ Dado obtido por meio de entrevistas e questionários respondidos pelos executivos que participam de reuniões em videoconferência pelo menos uma vez por mês.

Fig. 3.2 – Objeto de estudo: Sala de reunião para videoconferência; Identificação da sala: **B**.
Fonte: Proposta da autora, 2006.

Fig. 3.3 – Objeto de estudo: Sala de reunião para videoconferência; Identificação da sala: **C**.
Fonte: Proposta da autora, 2006.

A seguir, analisaremos cada informação presente em uma reunião presencial e identificaremos os ruídos provocados pelo sistema de videoconferência.

Informações presentes nas reuniões

O principal instrumento de comunicação na reunião empresarial, em qualquer uma das modalidades estudadas, é a comunicação oral, acompanhada por uma série de expressões faciais e corporais que complementam a informação verbal. No encaminhamento da reunião pode ser necessária a apresentação de materiais impressos ou eletrônicos, bem como de escritos ou desenhos feitos na hora. Cada um desses elementos de comunicação carrega diversas informações que, quando transmitidas pelo sistema de videoconferência, podem sofrer distorções.

Estímulo / Informação	Relacional	Ambiental	Semântica
Sonoro	Voz	Som ambiente - música Vento, chuvas e trovoadas Campainhas / celular Conversa paralela Reverberação da sala	Som ambiente - música Conversa paralela Conteúdo verbal falado
Visual	Olhar Expressão facial Leitura labial Movimento do corpo Rigidez muscular Suor Vermelhidão	Forma da sala Acabamentos Cores e texturas Iluminação	Expressões faciais Expressões corporais Sinais
Tátil	Aperto de mão Toque	Sensação térmica Vento	
Psicológico		Distância do interlocutor	

Tabela 3.1 – Relação entre informação e estímulo na reunião empresarial
 Fonte: Desenvolvida pela autora, 2005.

Estímulos e informações sonoras

Os estímulos sonoros presentes em uma reunião empresarial são de diversas ordens, abrangendo dos mais prováveis – como a fala dos participantes –, aos menos esperados, como sons indesejáveis de telefones celulares, conversas paralelas, barulho proveniente do ambiente como ar condicionado, ventiladores e até barulhos inesperados como chuvas e trovoadas. Todos esses estímulos participam, como informação ou como ruído, do momento da reunião.

A fala no contexto da reunião empresarial

Quando as pessoas falam, seus órgãos vocais são estimulados para promover um som, determinado pela movimentação de todo o sistema vocal. O som proferido contém significados que são compreendidos conforme o repertório cultural. A movimentação do sistema vocal produz informações visuais de movimento, como por exemplo, o mexer dos lábios, que contribui para a compreensão do som emitido.

Além das informações do sistema vocal, estão presentes informações não-verbais. Cada gesto e cada movimentação de corpo carregam informações que podem ser traduzidas. Algumas delas são instintivas no ser humano e outras, definidas culturalmente. Qualquer que seja sua origem, o conjunto das informações provenientes desse tipo de comunicação compõe um importante repertório para completar a comunicação.

No caso da reunião empresarial para um grupo de pessoas, a fala acontece em uma sala de reuniões, fazendo com que a informação ambiental também participe do sistema de comunicação, enquanto disponibiliza o espaço no qual se definirão as relações de distanciamento, visualização e comunicação sonora entre as pessoas.

Portanto, é possível classificar as informações apresentadas no ato de falar em três grupos principais, diferenciados por seu caráter:

- a) sonoras;
- b) visuais:
 - a. do sistema vocal – movimentação da boca e de toda a musculatura do sistema vocal;
 - b. do ambiente;
 - c. dos demais participantes (movimentação do corpo, gestos, posturas);
- c) verbais – significado do conteúdo falado.

Estímulos e informações sonoras da fala

Na reunião presencial, a informação sonora é transmitida no ambiente da reunião, pelas ondas de propagação sonora no ar. No decorrer de sua transmissão, o som é propagado e absorvido em parte pelo ar. Na reunião em videoconferência, a voz passa por um processo de transformação pelo meio eletrônico. Ela é propagada até o microfone, capturada, transmitida por fio, rádio ou outro meio e reproduzida por um dispositivo diferente. Em todas as etapas, pode haver ruído na comunicação: a captura pode não ser completa ou precisa, a transmissão

pode ser interrompida, os alto-falantes de reprodução podem estar com defeito, apresentando chiado, ou talvez ocorram outros eventos de ruptura da comunicação.

Assim, o som da fala comunicado na videoconferência contém, em princípio, menos informação que na reunião presencial. Entretanto, além da possibilidade de reproduzir uma informação, muitas vezes as tecnologias eletrônicas abrem a possibilidade de produzir novas informações ou compensar as perdas destas do sistema e, com isso, agregar valor comunicacional. No caso da reunião em videoconferência, no tocante à fala, essa idéia se reflete na possibilidade de aumentar o volume da voz através do equipamento de videoconferência. Dessa forma, é possível recuperar a informação perdida pela propagação no meio físico.

Se por um lado essa possibilidade reduz o ruído na comunicação, por outro desequilibra as relações de comunicação entre os participantes, uma vez que o aumento na voz de uma pessoa privilegia o seu destaque no contexto geral da comunicação.

A informação sonora da fala na reunião presencial pode contribuir com a identificação da posição do interlocutor no espaço, aspecto importante para o reconhecimento espacial da fonte sonora.

Nossos sensores auditivos recebem duas informações sonoras distintas para nos orientar quanto à posição da fonte sonora. Na Fig. 3.4 representamos o som de dois interlocutores (**A** e **B**) recebido pelo receptor (**C**) em uma conversa. Por estarem mais próximos do ouvido esquerdo do receptor, o estímulo sonoro é mais intenso naquele lado.

Fig. 3.4 – Alinhamento sonoro dos participantes, distâncias diferentes. Intensidade do estímulo sonoro.
Fonte: Desenho e análise da autora, 2005.

Além disso, o ar absorve parte do som propagado fazendo com que um som emitido em **B** seja recebido em menor intensidade que o mesmo som emitido em **A**, pelo fato de **B** estar mais distante do receptor que **A**. O problema é que, no caso de vozes, seu volume depende de muitas variáveis – da composição biológica do sistema vocal ao estado de humor de quem emite o som. Assim, considerando-se somente o volume da voz, o reconhecimento da posição espacial torna-se muito dificultado.

Por outro lado, a menos que a fonte esteja exatamente na frente do receptor (**C**) ou atrás dele, cada um dos ouvidos deste receberá estímulos sonoros em tempos distintos, e a discrepância temporal dos estímulos também se transformará em informação espacial. Conseqüentemente, a informação de disparidade lateral possibilita o reconhecimento do ângulo que marca a origem do som, ajudando na compreensão do contexto espacial da discussão.

Assim, na prática, o reconhecimento espacial pelo estímulo sonoro se dá com mais facilidade com relação ao ângulo de posicionamento da fonte. O reconhecimento da distância do

interlocutor por meio da voz fica dificultado pela imprevisibilidade do volume da voz de cada pessoa.

Analisemos a situação em que uma pessoa (receptor) conversa com outros seis interlocutores:

Se dois interlocutores estiverem alinhados no mesmo ângulo sonoro (Fig. 3.1) e o receptor não vir a fonte, a única forma de este saber quem foi o emissor do som será pela avaliação do volume da voz.

Se teoricamente as pessoas emitissem sons com a mesma intensidade, a voz que fosse percebida como menos intensa seria de quem estivesse atrás. Porém, a impossibilidade de regular a intensidade da voz emitida dificulta o reconhecimento por esse método. Assim, ao eliminar a variável de distância, permitindo apenas uma pessoa em cada ângulo sonoro, o reconhecimento espacial é facilitado, tornando o processo de comunicação sonora mais claro. Nesse caso, a disparidade sonora, possibilitada pela recepção dupla do mesmo som, torna-se suficiente para o reconhecimento da posição da fonte.

Fig. 3.5 – Recepção do estímulo sonoro em uma roda de amigos.

Fonte: Análise proposta pela autora, 2005.

Pela disparidade sonora (diferença de tempo entre

Fig. 3.6 – Reconhecimento da posição angular da fonte através da disparidade sonora.

Fonte: Desenho e análise da autora, 2005.

o som recebido pelos ouvidos esquerdo e direito) é possível reconhecer o ângulo que o interlocutor faz com o receptor. A diferença de tempo em A é menor que em B.

d = distância entre ouvidos do receptor.

dA = diferença de distância percorrida pelo som para chegar aos dois ouvidos.

$$dA = d \cdot \cos \text{ALFA}$$

A diferença de distância percorrida pelo som (dA) implica a diferença de tempo de recebimento do mesmo som. Por essa diferença, é possível identificar a posição angular da fonte sonora. Quanto maior dA , mais lateralmente está posicionada a fonte.

Somente em um sistema com até três pessoas na reunião presencial é possível obter a equivalência sonora entre os participantes; cada um deles mantém com os demais uma relação de equivalência na distância entre fonte e receptor. Entretanto, a equivalência total (angular e de distância) só será preservada com o máximo de três participantes.

Fig. 3.7 - Equivalência sonora na comunicação, possível com até três participantes.
Fonte: Desenho e análise da autora, 2005.

Na reunião em videoconferência, o reconhecimento de quem fala, por meio do som, torna-se ainda mais difícil. Os sistemas atuais de videoconferência capturam a informação sonora em sistema mono ou estéreo, o que negligencia a informação espacial sobre os participantes da reunião que se apresentam “do outro lado da tela”, dificultando com isso, o reconhecimento pela informação sonora, de quem é o dono da fala.

Imaginemos a situação das duas salas de videoconferência em que o som de (C) é transmitido para (B).

Fig. 3.8 – Reprodução do som mono na Sala B. Todos recebem o som de uma única fonte.
Fonte: Desenho e análise da autora, 2006.

Fig. 3.9 – Captura do som na reunião em videoconferência com sistema mono. Captura única. 1, 2 e 3: participantes da reunião.
Fonte: Desenho e análise da autora, 2006.

Ao ser capturado, o som é recebido a partir de diversas direções, que se referem à posição de cada um dos participantes na sala (C). Ao ser reproduzido na sala (B), o som é emitido por uma fonte (som mono) ou duas (som estéreo).

Na primeira situação, a informação sobre a posição dos participantes da reunião em (C) é muito limitada, pois os sons recebidos pelos dois ouvidos vêm de uma única fonte (som mono). Por esse motivo, o reconhecimento do timbre de voz é uma informação importante para sabermos quem fala, visto ser impossível reconhecer a posição dos participantes.

Entretanto, o som nos dá indícios para o reconhecimento da posição relativa dos participantes de (C), como quem está mais perto ou mais longe do microfone.

A primeira variável nesse sentido é o volume da voz. Quanto mais alto for o som recebido, mais perto, acredita-se, estará o participante em (C). Entretanto, a grande variação na altura de voz das pessoas pode fazer com que uma pessoa que fale baixo e esteja próxima ao microfone pareça mais distante que outra, que fala alto, porém está mais longe do microfone.

Há ainda um fator ambiental que contribui para esse reconhecimento – o som reverberado no espaço. Quando uma pessoa está próxima ao microfone, a relação entre o volume de sua voz capturado pelo microfone e do som reverberado é diferente da relação da voz de uma pessoa distante, pois no caso desta, a relevância do som reverberado capturado é maior.

O problema é que os sistemas de videoconferência comumente usados fazem a captura do som por um microfone ao qual todos os participantes se direcionam para falar. Isso porque as propriedades técnicas desses microfones demandam uma proximidade da fala, a fim de evitar a captura de ruídos desnecessários da sala de videoconferência.

Assim, apesar de a tecnologia mono apresentar alternativas para possibilitar o reconhecimento espacial dos participantes da sala de videoconferência, os atuais sistemas negam a necessidade dessa espacialização, acrescentando mais ruídos à comunicação.

No caso dos sistemas estéreo, há um melhor reconhecimento espacial da informação sonora, relativo ao posicionamento dos participantes de (C). Aqueles situados mais à esquerda da sala terão sua voz emitida com mais intensidade no alto-falante do lado correspondente da sala (B). Embora o som estéreo só possa ser completamente percebido em uma posição central da sala (B), em que a reprodução das diferenças de som é compatível com a situação natural da sala (C), a diferença de altura de uma voz nos alto-falantes esquerdos e direito compõe certa informação espacial.

Há, ainda, na reunião presencial, um fator arquitetônico que pode contribuir para a compreensão do posicionamento espacial dos interlocutores por meio da informação sonora. A fim de chegar aos ouvidos do receptor, a informação sonora é refletida e absorvida pelas superfícies delimitadoras do ambiente construído. Por conseguinte, parte do som emitido é

reverberada nas superfícies antes de chegar ao receptor. O som reverberado se modifica, dependendo da forma e conformação espacial do ambiente.

Esse indicador contribui para a composição da informação sonora, amplificando a informação espacial, principalmente em ambientes de tamanho restrito, onde a pequena variação no posicionamento espacial dos interlocutores provoca uma diferença mais significativa nos sons reverberados que naqueles ambientes muito amplos. Isso porque as superfícies delimitadoras destes estão distantes, minimizando a diferença entre os sons reverberados e diminuindo a acuidade da informação sonora.

Na reunião em videoconferência, a informação de reverberação de (C) pode ou não ser comunicada a (B), dependendo dos microfones usados. Muitos microfones possuem filtros que eliminam ruídos indesejados ou sons abaixo de determinado volume. Essa possibilidade elimina a informação de reverberação, e ela não é comunicada de (C) a (B). No contexto da videoconferência, tal supressão pode ser considerada bem-vinda, pois essa informação sonora, que se refere ao espaço da sala (C) em nada interessa aos participantes em (B). Assim, a tecnologia contribui para a eliminação de ruídos indesejáveis.

Dado esse universo de informações sonoras presentes na reunião presencial, a modificação da propagação dos sons, provocada pelo equipamento de videoconferência indica-nos caminhos para a definição de uma proposta de melhora da comunicação.

No sentido sonoro, é possível concluir que os principais ruídos a serem minimizados ou o principal item a ser melhorado diz respeito às condições para o reconhecimento de quem fala, seja o reconhecimento do timbre de voz ou do posicionamento espacial do orador.

No primeiro caso, a manipulação eletrônica do timbre de voz é tecnicamente viável. Seria possível diferenciar os timbres de voz das pessoas da reunião a fim de diminuir a similaridade entre eles. Entretanto, um dos fatores de reconhecimento de quem fala se dá pela comparação entre o timbre de voz do som com a memória da voz daquela pessoa. Dessa forma, a alteração no timbre de voz pelo dispositivo de videoconferência acarretaria uma maior dificuldade para a compreensão da pessoa que fala.

Resta-nos, portanto, investir na redução do ruído quanto ao posicionamento espacial do orador, o que exige um estudo mais aprofundado de ambientação do espaço de videoconferência, tanto no processo de captura do som como em sua reprodução na outra sala. O estudo e a proposta de ambientação serão abordados no capítulo V.

Estímulos e informações visuais

Quando a informação sonora não é suficiente para a compreensão do contexto espacial, a informação visual pode funcionar como grande aliada nessa construção mental. Além do posicionamento da fonte, a informação visual pode contribuir com a compreensão da fala, por meio da leitura labial e dos sinais não-verbais.

Apesar da troca de informações sonoras, a informação visual é de extrema relevância para a complementação da informação, acrescentando **informações não-verbais ao contexto da comunicação.**

Entretanto esta estrutura informacional não precisa ser, nem é exclusivamente verbal. O traje usado para cobrir o corpo, o meio de transporte adotado não são de ordem estritamente funcional, ao contrário, dizem, sem palavras, nossas preferências, explicitam nossos gostos. (FERRARA, 1997, p. 6)

O estímulo e as informações visuais da interação

Além da função de receber informações não-verbais, a visão auxilia no reconhecimento do espaço e dos objetos que compõem o cenário da interação. Dessa forma, quando duas pessoas estabelecem uma relação de comunicação oral, os aspectos sonoros e visuais são predominantes para o sucesso desta. **Ver e ouvir com eficiência o interlocutor é de extrema relevância.**

Campo Visual

Gibson (1974) nos explica o que é campo visual:

Olhe para uma sala... Para fazê-lo, você deve fixar os olhos em algum ponto de destaque e prestar atenção não àquele ponto, como seria natural, mas a tudo o que você pode ver, sem desviar o olhar... Se persistir, a cena terá um aspecto próximo ao de uma foto... Isso é o que será chamado aqui de campo visual² (GIBSON, 1974, p.27).

Ao contrário dos sensores auditivos, os dois sensores visuais, os olhos, estão dispostos frontalmente no corpo, abrangendo um campo de visão que varia de 5 graus – para a visão precisa –, a 124 graus, segundo Tilley (2005), para a visão geral binocular. O movimento da cabeça também é limitado, ampliando nosso campo de visão dinâmico – aquele possível com o movimento da cabeça. Isso acarreta restrição quanto à disposição dos interlocutores no espaço, para permitir que todos vejam e sejam vistos.

² Texto traduzido pela autora. Texto original: "Next look at the room...To do so, you must fixate your eyes on some prominent point and then pay attention not to that point, as is natural, but to the whole range of what you can see, keeping your eyes still fixed...If you persist, the scene comes to approximate the appearance of a picture...This is what will here be called the visual field" (Gibson, p.27).

Fig. 3.10 – Características visuais do campo de visão humano.

Fonte: Tilley, Alvin. **As medidas do homem e da mulher**. Porto Alegre: Bookman, 2005. p. 24

Embora na reunião presencial, todo esse campo visual possa ser usado para a disposição dos interlocutores, é importante lembrar que o esforço muscular do pescoço aumenta conforme aumenta o ângulo de torção. Portanto, mesmo se quisermos que todos ocupem parte do campo visual, haverá uma hierarquia dos posicionamentos, de tal forma que os lugares que exigem menor esforço para serem alcançados ocuparão posição privilegiada.

Fig. 3.11 – Gradação do privilégio espacial no campo visual.
 Fonte: Desenho e análise da autora, 2005.

Apesar das limitações de nosso corpo, em uma reunião presencial há a possibilidade de nos movimentarmos pela sala, buscando melhores ângulos de visão para a comunicação com os participantes durante a reunião, sendo possível abranger, dessa forma, os 360 graus de campo visual.

Por outro lado, na reunião de videoconferência o campo visual se torna muito limitado. Em primeiro lugar, o tamanho e a posição do televisor definem um ângulo de visão no qual todos os participantes da videoconferência aparecem. Em segundo, a imagem dos participantes da outra sala é definida pelo ângulo de abertura da câmera, o que não abrange a visualização do espaço como um todo. Assim, é possível que nem todos os participantes sejam vistos pela câmera, dando margem a uma situação de participante oculto da reunião.

Fig. 3.12 – Porção do espaço capturado pela câmera de videoconferência.
Fonte: Desenho e análise da autora, 2006.

O usuário (3) é capturado pela câmera; o usuário (1) é capturado parcialmente e o usuário (2) fica oculto na reunião por videoconferência.

Dessa forma, os sistemas atuais de videoconferência provocam ruídos duplamente na comunicação dos estímulos visuais referentes à visualização dos participantes, sendo necessário dar atenção ao aspecto de limitação do campo visual na reunião por videoconferência por dois motivos: limitação do tamanho da tela e limitação da abertura de lente da câmera.

Visualização dos demais participantes

A distribuição dos participantes em uma sala de reunião presencial faz com que as pessoas estejam mais próximas ou distantes umas das outras. Essa situação estabelece uma hierarquia visual, determinada porque objetos mais próximos se apresentam hierarquicamente mais relevantes no campo visual que objetos longínquos. Em uma interação na qual se pressupõe uma equivalência hierárquica entre os interlocutores, dispor personagens aleatoriamente no espaço não é uma estratégia com compatibilidade ergonômica.

Além da variável da distância, a Fig. 3.10 nos mostra que há também uma hierarquia angular, ou seja, na porção angular central de 30 graus, a movimentação do olho ocorre sem muito esforço, permitindo que pessoas presentes nessa porção do campo visual sejam vistas com mais facilidade.

Com relação a esse critério, a equivalência visual se dá, portanto, por duas variáveis: personagens à mesma distância e com ângulos de visão equivalentes. O equilíbrio é conseguido, **com a disposição dos interlocutores em um círculo** de no máximo três participantes, que é depreciado conforme o número destes aumenta.

LEGENDA:

	Campo visual mais privilegiado
	Campo visual menos privilegiado

Fig. 3.13 – Equivalência do campo visual.
Fonte: Desenho e análise da autora, 2005.

Dados esses aspectos da comunicação oral, podemos observar que os espaços arquitetônicos primitivos circulares eram compatíveis com os aspectos ergonômicos da comunicação de um pequeno grupo – uma família. As cabanas primitivas tinham a capacidade de compor na forma de um círculo o grupo de pessoas que as ocupavam.

Circular era a disposição dos homens em volta da fogueira para ouvir as histórias e os ensinamentos dos sábios das tribos. As trocas de informações vinham carregadas de sentimentos e afetos. Em geral, eram acompanhadas por movimentos, danças, gestos, músicas e expressões faciais. (KENSKI, 1997).

Devido à localização do principal sensor, os olhos, e à limitação da abrangência da visão, esse espaço de convivência definiu-se e a arquitetura, que procura atender a essas demandas, absorveu tais necessidades para a sua configuração.

Esse aspecto ergonômico explica a imagem mental que fazemos das “rodas” de convivência (quando pensamos nas comunidades em que há equivalência hierárquica), ou do nosso *círculo* de amizade. Se estivermos em uma festa, por exemplo, convidamos alguém a entrar na *roda* de amigos. Assim, a imagem do círculo está presente como a forma do espaço de convivência não hierarquizada.

A videoconferência muda essa relação de interação conforme os participantes da sala (B) se dispõem todos diante da interface (televisor), a fim de ver os integrantes da sala (C). A presença da tela de interface polariza a comunicação em dois grupos, diminuindo a possibilidade de interação equilibrada.

Fig. 3.14 – Campo visual dos participantes da reunião presencial. Pelo menos dois dos participantes se encontram na porção confortável do campo visual, segundo a visão linear cônica definida por Tilley (2005).
Fonte: Desenho e análise da autora, 2006.

Fig. 3.15 – Campo visual dos participantes da reunião em videoconferência. Todos os participantes na sala B se encontram no campo visual desprivilegiado em relação aos demais. O campo privilegiado é ocupado pela tela da videoconferência.
Fonte: Desenho e análise da autora, 2006.

Quando o número de pessoas aumenta, surge a necessidade de um líder, mediador e organizador da interação. Essa figura modifica as necessidades espaciais porque agora a comunicação deixa de ser de muitos para muitos, passando a ser de um para muitos. Mesmo que a figura do líder da comunicação se alterne entre os participantes, os princípios de configuração espacial serão os mesmos, mudando apenas os personagens da liderança.

Sob o aspecto sonoro, o critério de organização espacial para facilitar o reconhecimento dos participantes se mantém. Porém, sob o aspecto visual, ver o líder agora é mais importante que ver os demais participantes, a menos que ocorram comunicações paralelas e devam ser percebidas pelos demais.

Ocupação espacial para grupos com hierarquia com mais de três pessoas

Foi visto que o posicionamento em círculo para grupos com mais de três pessoas não inclui a equivalência na comunicação não hierarquizada. No caso de haver o líder da comunicação, a equivalência sensorial dos participantes seria desejada, na suposição de os demais participantes serem hierarquicamente equivalentes. Dispor o líder no centro de um círculo atinge a equivalência de distâncias. Porém, os ângulos de visão mantêm uma hierarquia visual e, conseqüentemente, espacial na comunicação.

Fig. 3.16 – Graduação dos estímulos visuais e sonoros.
Fonte: Desenho e análise da autora, 2005.

A representação em laranja indica a porção espacial mais favorecida. Conforme se faz necessário o receptor torcer o pescoço para o lado, há um desfavorecimento daquela posição

espacial, pois o esforço exigido pelo movimento é um fator desmotivador e requer energia muscular, podendo em uma situação extrema causar fadiga e estresse muscular. A posição **C** é privilegiada por não exigir esforço algum para participar do campo visual do receptor. **B** e **D** estão em posição intermediária, pois fazem parte do campo visual, mas em posição menos privilegiada que este. Já **A** e **E** estão fora do campo visual.

Compensação ergonômica

Uma estratégia para minimizar esse problema consiste em buscar uma configuração espacial que compense o privilégio espacial da comunicação, aproximando os interlocutores menos privilegiados no campo visual, para que o estímulo sonoro compense a limitação visual.

Fig. 3.17 – Compensação espacial para equivalência da comunicação.
Fonte: Proposta de distribuição da autora, 2005.

A elipse faz com que C, que ocupa posição visual privilegiada para o receptor, tenha sua participação no campo visual diminuída pelo afastamento. Analogamente, A e E têm o estímulo sonoro valorizado pela proximidade ao receptor. Entretanto, cabe lembrar que, é possível que A baixe o tom de voz, justamente por estar mais próximo do receptor, como expõe Hall (2005, p.141) quando mostra a relação direta entre a distância e a altura da voz, atingindo naturalmente a equivalência sonora.

Uma fonte comum de informações sobre a distância que separa duas pessoas é a altura da voz. Trabalhando com o cientista lingüístico George Trager, comecei pela observação de mudanças na altura da voz associadas a mudanças na distância.

Embora diminuam o tom da voz pela proximidade, A e E ocupam um espaço de maior intimidade do receptor, contribuindo para a compensação ergonômica e minimizando a discrepância de estímulos pela disposição espacial em uma configuração elíptica. Apesar de não conseguir oferecer estímulos iguais aos participantes, essa compatibilização minimiza os efeitos de uma distribuição espacial que estimula uma comunicação desequilibrada.

Ocupação espacial para grupos sem hierarquia com mais de três pessoas

A comunicação não hierarquizada pressupõe que todos os participantes interajam igualmente uns com os outros, sem predomínio de um determinado personagem na comunicação. Conseqüentemente, é possível inferir que deverá haver equivalência de estímulos visuais e sonoros nesse processo para todos os participantes, a fim de garantir a equivalência da comunicação. A busca dessa equivalência no espaço se apresenta como um desafio de difícil solução, a começar pelas limitações do campo visual.

Em uma roda de comunicação, um participante provoca estímulos visuais e sonoros distintos daqueles dos demais. Vimos que, quando há um líder na comunicação, existe a possibilidade

da minimização das discrepâncias pela distribuição dos participantes no espaço. Entretanto, no caso da equivalência hierárquica, essa compensação é dificultada por um outro fator que modifica as relações de comunicação: o aspecto psicológico provocado pela distância entre os interlocutores.

Percepção de profundidade

A percepção de profundidade se dá pela combinação de diversas variáveis que se apresentam em nosso campo visual. Gibson (1974), assim como Sternberg, (2000) explica-nos como funciona a percepção de profundidade, mostrando que algumas variáveis dependem da visão binocular (cada olho captura uma imagem do objeto possibilitando a percepção de profundidade) e que outras podem ser absorvidas pela visão monocular, mediante a comparação de como os objetos se apresentam ao campo visual. Os indicadores monoculares mostram, por exemplo, que o objeto diminui de tamanho no campo visual conforme se distancia do observador. Assim, mesmo sem a visão binocular, ainda é possível reconhecer o objeto que está mais próximo e o que está mais longe pela comparação de seus tamanhos.

Sternberg (2000, p.115) resume esses indícios para a percepção profunda:

	INDÍCIOS PARA A PERCEPÇÃO PROFUNDA	PARECE MAIS PRÓXIMO	PARECE MAIS DISTANTE
MONOCULARES	Gradientes de textura	Partículas maiores, mais separadas	Partículas menores, mais aproximadas
	Tamanho relativo	Maior	Menor
	Interposição	Oculta parcialmente outro objeto	É oculto parcialmente por outro objeto
	Perspectiva linear	Linhas aparentemente paralelas parecem divergir, à medida que se afastam do horizonte	Linhas aparentemente paralelas parecem convergir, à medida que se aproximam do horizonte
	Perspectiva aérea	Imagens parecem mais nítidas, delineadas mais claramente	Imagens parecem mais imprecisas, delineadas menos claramente
	Localização no plano pictórico	Acima do horizonte, os objetos são mais altos no plano pictórico; abaixo do horizonte os objetos são mais baixos no plano pictórico.	Acima do horizonte, os objetos são mais baixos no plano pictórico; abaixo do horizonte os objetos são mais altos no plano pictórico.
	Paralaxe de movimento	Objetos que se aproximam ficam maiores em uma velocidade sempre crescente (p.ex. grandes e movendo-se rapidamente = mais próximos)	Objetos que se afastam ficam menores em uma velocidade sempre decrescente (p.ex. pequenos e movendo-se lentamente = mais distantes)
BINOCULARES	Convergência binocular	Olhos parecem puxados para dentro, em direção ao nariz	Os olhos relaxam para fora, em direção aos ouvidos
	Disparidade binocular	Imensa discrepância entre a imagem vista pelo olho esquerdo e a imagem vista pelo olho direito	Minúscula discrepância entre a imagem vista pelo olho esquerdo e a imagem vista pelo olho direito

Tabela 3.2: Indícios monoculares e binoculares para a percepção profunda

Fonte: STERNBERG, Robert J. **Psicologia Cognitiva**. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 2000. p.115.

Gibson (1974) acrescenta ainda que pessoas com monovisão desenvolvem uma capacidade de percepção de profundidade com a sensibilização da musculatura ocular, que ao focar objetos próximos e longínquos é estimulada diferentemente. Segundo o autor, essa variável é muito pouco percebida pelas pessoas providas de visão binocular, justamente porque o estímulo visual desse tipo de visão oferece informações suficientes sobre a distância e o posicionamento do objeto.

Por se tratar de uma interação natural, sem a mediação de uma tecnologia, na reunião presencial todos esses indícios são encontrados tal como descritos por Sternberg (2000). Porém, na reunião por videoconferência a planificação da imagem na tela inclui ruídos que modificam essa percepção natural.

Antes de mais nada, no que diz respeito às texturas, a imagem de quem fala pode aparecer na tela em tamanho menor ou maior que o natural. Como o tamanho representado é diferente do natural, não podemos estabelecer uma relação de distância entre as texturas do ambiente natural e as representadas na tela da videoconferência. No entanto, é possível estabelecer uma relação de distância (mais perto/mais longe) mediante a comparação entre as texturas apresentadas pelos participantes que são mostrados na tela.

Isso também acontece no tocante ao tamanho dos participantes. Pela alteração do tamanho das pessoas apresentado pela tela da videoconferência, não é possível estabelecer uma comparação da distância entre os participantes da sala (B) e da sala (C). Porém, com a visualização de todos os participantes da sala (C) na tela da videoconferência a relação *tamanho maior – mais perto e tamanho menor – mais longe* se mantém.

É importante ressaltar que há um fator de ruído presente na comunicação da imagem de **(B)** a **(C)**, provocado pela deformação que a imagem sofre devido à curvatura da lente da câmera. Dependendo da abertura da lente, a relação distância versus tamanho no campo visual fica distorcida se comparada a uma situação presencial. Portanto, não é possível deduzir os tamanhos reais a partir da leitura dos tamanhos relativos das imagens dos participantes na tela.

Assim como os fatores apresentados acima, nenhum dos demais indícios monoculares de profundidade é afetado quando se transmite a imagem dos participantes de **(C)** para **(B)**. Entretanto, deve-se salientar que esses indícios só servem para a identificação do tamanho relativo dos participantes de **(C)** que são representados na tela de **(B)**. É impossível deduzir, a partir da comparação do tamanho dos participantes de **(B)** e **(C)** com os demais, que pessoa está mais próxima ou mais distante. Isso ocorre pelo fato de existirem ruídos (distorções de informação) presentes na comunicação do meio, quando a imagem diminui de tamanho para ser mostrada na tela, eliminando a relação que seria possível entre todos os participantes da reunião.

Além da modificação que a tecnologia provoca nos indicadores monoculares de profundidade, avaliações sobre os indícios binoculares mostram que os problemas de reconhecimento de profundidade se ampliam por ser sua comunicação completamente negligenciada.

Disparidade binocular

Por definição, paralaxe é: “Diferença aparente na localização de um corpo quando observado por diferentes ângulos.” (FERREIRA, 2004, p.1490). Assim, pela distância entre os dois olhos humanos, a visão estéreo apresenta um erro de paralaxe. Essa paralaxe provoca a

formação de imagens distintas em cada olho. Tal fenômeno é conhecido como disparidade binocular e constitui, segundo Sternberg (2000), um dos indicadores binoculares de profundidade.

Quando um objeto apresenta-se perto, essa disparidade binocular é mais significativa.

Fig. 3.18 – Campo visual do olho direito e esquerdo. Campo de visão binocular.
Fonte: GIBSON, 1974, p.73.

Convergência binocular

Ao focar um objeto, os olhos convergem para ele em um fenômeno descrito como convergência binocular. O ângulo de visão ou ângulo de convergência binocular é definido por:

Fig. 3.19 – Ângulo de convergência binocular para objetos perto e longe.
Fonte: Desenho e análise da autora, 2005.

$$\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} = \frac{h_{\text{fig}}}{d_{\text{observador}}}$$

$$\frac{\alpha}{2} = \arctan \frac{h_{\text{fig}}}{d_{\text{observador}}}$$

$$\alpha = 2 \times \arctan \frac{h_{\text{fig}}}{d_{\text{observador}}}$$

Gráfico 3.1- Função arcotangente. X=distância do observador, Y=alfa.
Fonte: Desenho e análise da autora, 2005.

O gráfico da função arcotangente nos mostra que conforme a distância de observação aumenta linearmente, o ângulo de convergência decai cada vez menos. Assim, quanto mais próximo o objeto, mais relevante é a disparidade binocular. Isso mostra que quando o objeto está afastado, pouca diferença faz, sob o aspecto ergonômico da visão, se o objeto está um pouco mais perto ou pouco mais longe.

Esse fenômeno significa também que ao olharmos um objeto, nosso olho direito vê parte do objeto que o olho esquerdo não vê, e vice-versa. Quanto mais próximo está o objeto, maior essa discrepância visual, o que a torna a disparidade binocular também um indicador binocular de profundidade.

Lateralidade

A movimentação da cabeça para a direita e para a esquerda, quando visualizamos um objeto, permite-nos explorar seu aspecto visual pela visualização de imagens de outros ângulos do

objeto. Definiremos esse aspecto do mecanismo exploratório como *lateralidade*³. O percurso do olhar pelo objeto traz múltiplas informações visuais a mais, que contribuem para a comunicação sobre a volumetria do objeto.

Fig. 3.20 – Lateralidade visual: visão do objeto a partir de múltiplos pontos amplifica a informação visual.
Fonte: Desenho e análise da autora, 2006.

Fig. 3.21 – Imagens do objeto visualizadas por A, B e C.
Fonte: Desenho e análise da autora, 2006.

Na reunião presencial, o aspecto de lateralidade é plenamente experimentado, uma vez que os participantes da reunião estão presentes fisicamente e interagem em uma relação natural, sem o uso de recursos tecnológicos que possam vir a promover ruído na comunicação.

Já na reunião em videoconferência, o aspecto de lateralidade é depreciado, pois mesmo que o observador se movimente para alterar o ângulo de visualização do objeto, a imagem recebida dos participantes da outra sala permanece a mesma. Assim, a movimentação da cabeça para o lado não promove um ganho de informação visual. Ao contrário, a relação espacial de frontalidade que a superfície da tela do dispositivo impõe provoca um ruído ocasionando perda da informação visual.

³ Termo com essa conotação específica definido pela autora.

Conforme o observador se movimenta para o lado, deslocando-se do alinhamento central do dispositivo, a porção que a imagem da tela ocupa do campo é diminuída (Fig. 3.22 e 2.23). Isso significa que, diferentemente da reunião presencial em que a movimentação lateral implica incremento da informação visual, na reunião em videoconferência essa movimentação causa perda significativa.

Fig. 3.22 – Diminuição da porção ocupada pela imagem no campo visual conforme o espectador se desloca para o lado, ficando à mesma distância do aparelho.
Fonte: Desenho e análise da autora, 2006.

Fig. 3.23 – Análise gráfica comparativa da porção ocupada pela imagem no campo visual nos observadores nas posições 1 e 2.
Fonte: Desenho e análise da autora, 2006.

De modo geral, os televisores apresentam uma limitação quanto ao ângulo lateral de visão, o que define mais uma variável referente à porção do espaço de onde se pode ver a imagem. Os modelos mais recentes já oferecem maior ângulo de visão, diminuindo esse aspecto restritivo.

Seja como for, fica evidente que a inclusão de um televisor no ambiente gera uma zona privilegiada e hierarquizada de recebimento das informações visuais, tendo como foco o aparelho em questão.

Essa situação é ilustrada na imagem a seguir:

LEGENDA:

	Maior porção relativa da imagem comparada ao campo visual
	Menor porção relativa da imagem comparada ao campo visual

Fig. 3.24 – Gradação da zona privilegiada de recepção da imagem da tela.
Fonte: Desenho e análise da autora, 2006.

A apreensão da informação visual gerada pela tela de interface da videoconferência também é influenciada pelo tamanho da tela que, quando maior, abarca uma porção maior do campo visual facilitando a visualização da imagem.

Além disso, a distância entre o espectador e o aparato tecnológico também influencia o que aparece no campo visual. Conforme a distância ao aparelho aumenta, diminui a porção do campo visual que a imagem ocupa.

Tais variáveis influenciam as relações espaciais entre os ocupantes do espaço físico:

1. A tela plana impõe uma disposição frontal ao aparelho;
2. A relação de frontalidade imposta pelo aparelho estabelece uma relação de lateralidade entre os ocupantes do espaço, fazendo com as pessoas situem-se na zona de comunicação visualmente desprivilegiada, apesar da proximidade para a comunicação sonora;

Apesar de a proximidade entre as pessoas propiciar a comunicação sonora, a característica da televisão como emissor de informações sonoras constantes não interativo inibe a comunicação verbal entre as pessoas.

Assim, as relações de comunicação interpessoal são desvalorizadas pela distribuição dos objetos no espaço, organizados segundo as características técnicas do dispositivo, bem como de sua natureza comunicacional.

Chico Buarque alerta em sua música “A televisão” para esse aspecto do dispositivo: “...em casa a roda já mudou, que a moda muda. A roda é triste, a roda muda em volta da televisão”⁴

Quanto à informação que o aparelho comunica, é de ordem visual e sonora.

No primeiro caso, além do conteúdo apresentado na tela, há a informação visual oferecida pelo próprio equipamento televisivo. Ao contrário da tela do cinema – que não é percebida como existente por estar na superfície do limite do espaço e por ser apresentada em uma sala escura –, a caixa do televisor deixa evidente a sua condição de objeto, reforçada pela moldura que envolve a tela. Esse objeto, como observa Aumont (2005, p.144), marca o limite da imagem e os televisores atuais buscam ser neutros enquanto informação visual.

[...] Toda a imagem é também um objeto. A moldura é a primeira borda desse objeto... Com muita frequência essa borda é reforçada pela adjunção, ao objeto-imagem, de outro objeto que é o emolduramento, ao qual chamaremos de moldura-objeto... A moldura-objeto da imagem televisiva estava mais presente nos primeiros televisores, cuja tela quase oval saltava aos olhos e, de algum modo, sufocava a imagem – ao passo que o televisor de cantos quadrados e de tela plana visa neutralizar tanto quanto possível essa moldura, fazer com que seja esquecida.

⁴ Música “A Televisão” (Francisco Buarque de Hollanda).

Além de se caracterizar como objeto, o tamanho limitado da tela reforça a dualidade da interface que representa uma espacialidade através de uma superfície bidimensional.

“A verdadeira contradição perceptiva que nutre o quadro: o espaço ‘tridimensional’ representado sendo aí colocado em pé de igualdade com o espaço, realmente bidimensional, da tela... A hipótese de Pirenne é que, se é perfeitamente possível escolher olhar a superfície da tela, tal escolha é rara, cultural, forçosamente deliberada; a escolha ‘natural’ é perceber o mundo tridimensional da imagem... olha-se uma imagem pelo que ela representa.” (AUMONT, 2005, p.144)

Apesar de não poder visualizar toda a espacialidade do contexto da representação (da sala de videoconferência, que é representada pela imagem), ela é comunicada. No entanto, a visualização dessa espacialização, pelas próprias limitações do tamanho da tela, não estão vinculadas à visualização do espaço no qual o televisor está inserido.

Portanto, a inclusão de um aparelho televisor como interface de videoconferência provoca ruído da comunicação sob o aspecto de lateralidade da visão, diminuindo desse modo a informação comunicada.

Percepção de detalhes

A visão apresenta um outro aspecto importante para a disposição dos interlocutores no espaço, que é a distância do objeto ao receptor. Quanto mais perto um objeto nos é apresentado, maior a porção do campo visual ocupa. Como Tilley (2005) estabelece que a visão precisa (importante para a percepção de detalhes) só ocorre em um ângulo de 1 grau e que o ângulo de rotação fácil do olho é de 15 graus para cada lado, há um limite para o distanciamento entre as pessoas em uma reunião. Dentro dele não ocorre perda da informação visual das rugas de expressão, nem dos movimentos musculares da face e do corpo.

Na reunião presencial, essa distância é regulada pela sensibilidade dos participantes que se aproximam ou se distanciam, para um maior conforto visual e pelo mobiliário da sala, que estabelece a distância entre os participantes.

Já na reunião em videoconferência, a miniaturização das imagens na tela impossibilita o reconhecimento das expressões faciais, quando os participantes são todos mostrados na tela, na sala (**B**), o ângulo de visão do rosto de uma pessoa é de 4,3 graus e de sua ruga, de 0,58 graus, para um usuário a 2 metros de distância da tela. Considerando o limite mínimo para a visualização precisa de 1 grau (Tilley, 2005), fica claro que o ruído do meio diminui a informação comunicada.

Estímulos e informações visuais do sistema vocal

Como foi visto anteriormente, a fala é produzida pelo sistema vocal. Nesse mecanismo, uma série de músculos e articulações é movimentada, além de certas partes do corpo e o ar, compondo um conjunto de informações mais complexas que o som proferido.

Assim, quando há uma reunião presencial, ao escutarmos uma pessoa que fala, recebemos, além da informação sonora, informações visuais sobre a movimentação da boca e dos lábios, da musculatura do sistema vocal e do corpo.

Essa informação visual, na reunião em videoconferência, é reduzida por diversos motivos.

Na reunião presencial, os participantes encontram-se em volta de uma mesa. Com os sistemas atuais de videoconferência, a distância percebida entre os participantes das duas salas de

videoconferência é consideravelmente maior do que na reunião presencial. O aumento da distância dificulta a percepção das informações de expressão facial e corporal, estabelecendo-se como ruído e, portanto, diminuindo a comunicação.

Além do mais, as limitações técnicas dos televisores fazem com que estes tenham uma definição de imagem restrita, impedindo o reconhecimento de detalhes de imagem, como o movimento discreto de músculos faciais e expressões faciais sutis, mesmo que sejam vistos de perto.

Se por um lado há uma limitação do tamanho da tela que restringe o campo visual, por outro as tecnologias de videoconferência trazem a possibilidade de focalizar um único participante da sala (**C**) e ampliá-lo na tela da sala (**B**). Assim, se focalizarmos seu rosto, ele poderá aparecer em um tamanho maior do que o natural aos participantes da sala (**B**). O efeito de gigantismo amplia todos os detalhes, mostrando informações que nem seriam percebidas em uma conversa presencial. A informação, além de não ter sido perdida, foi ampliada pela tecnologia.

Cabe notar que, conforme os detalhes são ampliados, sutis manifestações, como um nervosismo denunciado por um trêmulo movimento dos lábios, adquirem proporções mais definidas e o que passaria despercebido enquanto informação na reunião presencial, apresenta-se declaradamente, expondo muito mais os participantes da reunião a seus colegas, principalmente no tocante às informações que não se quer comunicar.

Além do mais, ao optar por um zoom na imagem, abre-se mão de todo o restante do contexto visual do que acontece na sala (**C**), e se uma outra pessoa em (**C**) falar, sua informação visual será suprimida, acarretando um ruído muito maior na comunicação.

Assim, o instrumento de ampliação da imagem, além de transformar a comunicação, modifica o valor de relevância das informações comunicadas, subtraindo outras informações e abrindo espaço para um perigoso desequilíbrio do processo natural de interação.

Comunicação não-verbal

Há ainda um importante universo de informações comunicadas em uma interação oral que trata das informações fornecidas pela expressão corporal e facial. “A imagem não está limitada pela barreira dos idiomas ou da alfabetização” (KUBRUSLY, 1991, p. 12), o que permite à informação visual comunicar sem a verbalização.

As informações não-verbais vão do movimento do corpo, que dependendo de sua amplitude pode ser reconhecido à distância, aos minúsculos movimentos dos músculos faciais que, pela sutileza, precisam ser apreendidos de perto.

O corpo não só oferece informações que ajudam a compreender o conteúdo verbal como também é personagem fundamental para a percepção do espaço em que a comunicação acontece. Merleau-Ponty (1999, p. 337) mostra sua importância para a percepção do espaço:

Meu corpo tem poder sobre o mundo e quando minha percepção me oferece um espetáculo tão variado e tão claramente articulado quanto possível, e quando minhas intenções motoras, desdobrando-se, recebem do mundo as respostas que esperam. Esse máximo de nitidez na percepção e na ação define um solo perceptivo, um fundo de minha vida, um ambiente geral para a coexistência de meu corpo e do mundo.

Nosso comportamento no espaço está vinculado à percepção que nosso corpo dele tem. Assim, em um momento de interação, tendemos a comunicar de forma não-verbal, principalmente pela expressão facial e postura corporal, um universo de informações.

Nessas informações, o gesto aparece como elemento preponderante para a comunicação, uma vez que evoca significados bastante variados. Merleau-Ponty (1999, p. 250-254) expõe a relação do corpo com o espaço, em uma explicação sobre o gesto:

A fala é um gesto, e sua significação um mundo. O sentido dos gestos não é dado, mas sentido. Obtém-se a comunicação ou a compreensão dos gestos pela reciprocidade entre minhas intenções e os gestos do outro, entre meus gestos e intenções legíveis na conduta do outro. [...] O gesto está diante de mim como uma questão, ele me indica certos pontos sensíveis do mundo, convida-me a encontrá-los ali. [...] Vê-se muito bem o que há de comum ao gesto e ao seu sentido, por exemplo à expressão das emoções: o sorriso, o rosto distendido, a alegria dos gestos contém realmente o ritmo de ação, o modo de ser no mundo...Não seria mais assim se levássemos em conta o sentido emocional da palavra, aquilo que chamamos de seu sentido gestual.

A informação do gesto em si é de caráter primordialmente visual, sendo complementada pela informação sonora e tátil. De qualquer forma, quando falamos de gestos nos referimos a movimentos do corpo, e em uma conversa especialmente a movimentos da cabeça e membros, além de movimentos faciais.

Vinicius de Moraes e Tom Jobim (1962) na música “Garota de Ipanema” ilustram a importância dessas variáveis na composição do movimento:

Olha que coisa mais linda, mais cheia de graça, é ela menina que vem e que passa num doce balanço a caminho do mar. Moça do corpo dourado no sol de Ipanema, o seu balançado é bem mais que um poema, é a coisa mais linda que eu já vi passar (Vinicius de Moraes e Tom Jobim, 1962).

Os movimentos podem ser diferenciados por sua amplitude, sutileza e velocidade, e a modificação dessas variáveis indica intenções comunicacionais distintas.

Um mesmo gesto, como o estender dos braços para um aperto de mão pode, conforme sua sutileza, velocidade e amplitude ter conotações completamente diferentes, como a de um delicado oferecimento para um cumprimento ou como a de um ato de agressão. A leitura dessa diferença se dá pela velocidade do gesto e pela leitura da rigidez do músculo do braço. Se a intenção for um ataque, a musculatura se enrijece para o golpe. Entretanto, para um

cumprimento, a musculatura se relaxa. O estímulo visual, portanto, deve ser exato na leitura tanto da velocidade como da precisão das nuances de forma e sombra que indicam o estado de rigidez muscular.

Algumas posições posturais podem também ser indicativas de uma intenção comunicacional. A leitura destas pode ser absorvida por duas variáveis: o desenho da postura (forma) e suas variações no tempo. A porção de cada uma das variáveis que influenciam essa leitura varia de postura para postura. Por exemplo: reconhecemos facilmente uma pessoa lendo, sem que a informação visual de suas mudanças de posição seja muito relevante para a compreensão geral do contexto. No entanto, se por inquietação ela balançar as pernas, essa informação será perdida no momento estático. Dessa forma, apesar de a postura corporal normalmente poder ser apreendida pela informação visual básica, suas sutilezas também dependem da leitura desses gestos no tempo.

Já o reconhecimento das expressões faciais é influenciado por uma singularidade da categoria humana que desenvolveu, ao longo de sua evolução, uma sensibilidade muito maior para o reconhecimento das informações da face que das informações de outras partes do corpo. Somos muito sensíveis para reconhecer as sutilezas da face. Somos capazes de reconhecer uma pessoa em uma multidão por seu rosto, mas não pelo formato de suas mãos.

O rosto, e não as impressões digitais, é o nosso documento de identidade. Reconhecemos alguém, imediatamente, pela visão de seu rosto. Ele identifica num relance as pessoas, mesmo quando modificado pelo passar dos anos ou muito distorcido, como numa caricatura. Somos capazes, inclusive, de descobrir numa velha fotografia de 'formatura do primário' alguém que só viemos a conhecer quando já adultos (KUBRUSLY, 1991, p.32)

Apesar dessa habilidade, para uma efetiva comunicação, além de reconhecer com quem se fala e o respectivo conteúdo verbal é preciso perceber as expressões faciais que agregam

outras informações. Variações como a distância ou falta de qualidade visual não nos permitem perceber tais sutilezas. Um olhar pode dizer muitas coisas:

Falamos de um olhar malicioso ou inocente, penetrante ou vago, perdido, distante; incisivo ou furtivo; sério ou de zombaria; apaixonado ou cheio de ódio, malévolo ou meigo, doce ou bondoso; vivo e alegre ou triste e apagado; irônico ou ingênuo; um olhar pode mostrar cansaço, candura, súplica, medo, susto, surpresa, espanto, terror, volúpia, desejo, censura, ameaça, esperteza, estupidez. (KUBRUSLY, 1991, p.33)

A diversidade de adjetivos possíveis para descrever um olhar mostra o seu enorme potencial de comunicação. Quando a informação visual não é muito clara, equívocos de leitura são passíveis de acontecer. É o que ocorre, segundo Gombrich (1999, p.303), com o mistério do olhar da Mona Lisa, de Leonardo da Vinci (Fig. 3.25). Segundo o autor,

Quem tiver alguma vez tentado desenhar ou rabiscar um rosto sabe que aquilo que chamamos de expressão repousa principalmente em duas características: os cantos da boca e os cantos dos olhos. Ora, foram justamente essas partes as que Leonardo deixou deliberadamente indistintas, fazendo com que se esfumassem num suave sombreado. Por isso é que nunca estamos muito certos quanto ao estado de espírito realmente refletido na expressão com que Mona Lisa nos olha.

Fig. 3.25 – Detalhe do rosto de Mona Lisa (La Gioconda) de Leonardo da Vinci (1502).
Fonte: Gombrich, p.302

No âmbito da Arte, a estratégia de não oferecer uma informação completa, como o *sfumato* de Da Vinci, funciona como uma forma de envolver o espectador com a obra e permitir que ele construa internamente a informação visual, fazendo com que a percepção da obra seja

construída por esse mecanismo e varie muito de pessoa para pessoa. Porém, dependendo do propósito da comunicação, abrir a oportunidade de inferir a informação visual pode ser uma armadilha para a compreensão efetiva do sentido do que é comunicado. Completar incorretamente a informação contribui para a amplificação do ruído da comunicação e, conseqüentemente, para a distorção do sentido do conteúdo.

Estímulos e informações verbais

A informação verbal é transmitida pelo conteúdo falado ou escrito. Uma vez que a reunião em videoconferência se realiza como uma simulação da reunião presencial, a informação verbal deve ser transmitida na íntegra.

Assim não há, em princípio, diferença entre as duas reuniões, a não ser o que é perdido de informação devido a imperfeições e limitações do meio de transmissão, que provocam ruídos.

A perda de um conteúdo verbal pode ser rapidamente compensada por um *feedback* do interlocutor que solicite a repetição da informação verbal.

Estímulos e informações táteis

Além das informações visuais e sonoras, outras informações também são abstraídas pelas tecnologias de videoconferência, como a movimentação do ar provocada quando uma pessoa fala. Em uma reunião presencial, o ato de falar não só faz com que a onda sonora se propague pelo ar, como também desloca uma quantidade de ar do espaço, pelo esvaziamento de nossos pulmões. Quando as pessoas estão a pequena distância, essa movimentação do ar pode ser percebida pela pele. Por outro lado, quando um som é reproduzido em um sistema de videoconferência, esse deslocamento de ar não ocorre. Há somente a propagação das ondas

sonoras ocorrendo, portanto, perda qualitativa de informação sensorial. Apesar disso, não abordaremos as questões táteis neste estudo por terem uma participação discreta na reunião presencial.

Estímulos psicológicos

Mc. Cormick (1976) explica que, em um sistema estudado pela ergonomia, os estímulos que chegam até nós podem ser de duas ordens: externos (provenientes do ambiente) ou internos (originados de nosso repertório, da memória). Os estímulos internos são diversos e impactam sobre o comportamento humano, influenciado pelos aspectos culturais, crenças e memória.

Essa manifestação pode ser constatada na verificação de como a variação de distância modifica o comportamento observado nas pessoas. Além de diminuir a informação sonora e visual, a distância também impacta sobre o aspecto psicológico, influenciando o comportamento das pessoas no ambiente.

Hall (2005) discorre sobre a relação entre a distância entre as pessoas e o impacto psicológico em diversas culturas. Ele sintetiza as oito distâncias de Trager, para efeito de utilidade prática, em quatro. As quatro distâncias que propõe são: distância íntima, pessoal, social e pública, distribuídas conforme a figura abaixo:

Fig. 3.26 – Classificação das distâncias segundo Edward Hall.

Fonte: Interpretação do autor sobre os espaços descritos por E. Hall, 2005.

O autor mostra ainda que a distância natural entre as pessoas está relacionada à intimidade e ao relacionamento social que as envolvem.

Aqui vale ressaltar que os sentimentos que as pessoas têm umas para com as outras nessa hora é um fator decisivo na distância usada. Desse modo, quem estiver sentindo muita raiva ou quiser dar ênfase ao que deseja dizer vai se aproximar, vai ‘aumentar o volume’, por assim dizer, vai começar a gritar. Do mesmo modo – como qualquer mulher sabe – um dos primeiros sinais de que um homem está começando a se interessar por uma mulher é a sua aproximação dela. Se a mulher não estiver com uma disposição semelhante, transmitirá sua posição afastando-se. (HALL, 2005, p. 142)

Assim, esse fator psicológico faz com que em grupos pequenos haja menos variação dos efeitos psicológicos provocados pela presença dos participantes.

Fig. 3.27 – Organização espacial e hierarquia psicológica.
 Fonte: Desenho e análise da autora sobre os espaços descritos por E. Hall, 2005.

Em um grupo de oito pessoas (Fig. 3.27), por exemplo, quando um participante fala, dois outros ocupam seu espaço pessoal, enquanto os demais ocupam o espaço social. Portanto, essa distribuição espacial cria hierarquia no envolvimento pessoal dos participantes, uma vez que os participantes do espaço pessoal devem ter um relacionamento de maior confiança e intimidade para não provocar desconforto.

Por outro lado, quando o grupo é muito grande (Fig. 3.28), os participantes ocupam diversas categorias de espaço (espaço pessoal, social, público). Em cada um deles, o homem comporta-se diferentemente com seu interlocutor, devido à variação de distância.

Fig. 3.28 – Organização espacial para grupos de 18 pessoas
 Fonte: Desenho e análise da autora sobre os espaços descritos por E. Hall, 2005.

Nessa organização espacial, metade do grupo ocupa o espaço público, um terço ocupa o espaço social e duas pessoas, o espaço pessoal. Por conseguinte, em tal situação, a comunicação acontece em três níveis espaciais. Esse fato é um elemento de complicação ergonômica, uma vez que para falar com quem está ao seu lado é preciso usar um volume de voz. Entretanto, para falar com a pessoa mais distante, o volume deve ser muito aumentado. Quanto maior for a distância, maior o volume exigido. Assim, em grupos grandes, nos quais o interlocutor mais distante exige um volume de voz extremo enquanto o que está ao lado exige um volume baixo, a comunicação não hierarquizada torna-se inviável.

Não só o aspecto sonoro como também o aspecto visual são prejudicados pela distância, não permitindo com ela a visualização clara das expressões faciais.

A maioria dos atores sabe que, a partir da distância de nove metros, os sutis matizes de significado transmitidos pela voz normal são perdidos, da mesma forma que os detalhes da expressão facial e do movimento. Não apenas a voz mas tudo deve ser exagerado ou amplificado. Muito da parte não-verbal da comunicação é transferido para gestos e postura corporal. (Hall, 2005, p.154)

Assim, há um limite no número de participantes para que seja efetiva uma comunicação com a participação de todos. Do contrário, se o grupo for ampliado o ambiente não se mostrará adequado a essas interações.

Conforme Hall expõe, no espaço público “o ritmo da voz é desacelerado, as palavras são pronunciadas com maior clareza, e ocorrem também alterações estilísticas” (HALL, 2005, p.154). Assim, uma interação de um grupo de pessoas que está em espaços distintos (íntimo, pessoal, social e público) demanda, além de volumes de voz diferentes, discursos qualitativamente diferenciados. Questões técnicas, como o equilíbrio do volume da voz, podem ser resolvidas com equipamentos de tecnologia. Contudo, produzir discursos qualitativamente distintos é impossível.

Dessa forma, quanto mais pessoas ocuparem uma mesma categoria espacial, mais adequadamente o discurso proferido atenderá a um maior número de pessoas.

Isso explica, em parte, as discussões paralelas que surgem em comunicações que extrapolam essa configuração espacial. Se o interlocutor está fora do espaço social, o envolvimento do receptor com ele torna-se desvalorizado para uma discussão próxima, e a proximidade de uma pessoa distante com quem está ao lado propicia uma comunicação paralela.

Informações complementares à reunião

Na reunião presencial, bem como na reunião por videoconferência, há freqüentemente um fluxo de documentos impressos, escritos ou ainda eletrônicos, em forma de apresentação complementar à exposição oral.

Tal fato implica a análise das características de cada um desses materiais e a eficiência na sua comunicação.

Documentos impressos podem ser reproduzidos e distribuídos na reunião presencial. Entretanto, em uma reunião por videoconferência é possível transmitir por câmera a imagem desse documento para a outra sala. Isso, como vimos, restringe muito a visualização do documento, além de centralizar o poder de visualização de cada página na pessoa que transmite a informação. Por outro lado, como o documento pode ser digitalizado, há a possibilidade de distribuir facilmente a informação, que pode ser rematerializada na outra sala de videoconferência. Assim, apesar de demandar mais tempo, a transmissão é tecnicamente viável.

A dificuldade aparece quando se fala de objetos, e não só de informações impressas. No caso de empresas que desenvolvem produtos, por exemplo, é freqüente a apresentação do produto aos participantes da reunião. Assim, a informação sobre este fica, na reunião por videoconferência, restrita à sua visualização. Estímulos adicionais – como os táteis e olfativos –, são completamente suprimidos da comunicação, depreciando significativamente a reunião, no caso de o êxito desta depender de tais estímulos.

Assim, apesar de os meios eletrônicos possibilitarem a distribuição rápida da informação, algumas informações específicas não podem ser transmitidas.

Segue um quadro-síntese, no qual mapeamos as informações presentes na reunião presencial e na reunião em videoconferência:

INFORMAÇÃO VISUAL	REUNIÃO PRESENCIAL	VIDEOCONFERÊNCIA
Campo visual	Parte do campo visual privilegiado pela conformação do corpo, mas há a possibilidade de virar a cabeça e o corpo e contar com a visualização de 360 graus.	Restrito ao campo visual delimitado pela tela de interface e pela abertura da lente da câmera.
Percepção de detalhes	Normal	Reduzida – No entanto, a tecnologia permite que ela seja aumentada, de forma que quanto maior aparece, menor é o campo de abrangência da câmera.
Profundidade – visão estéreo	Há percepção, visão estéreo para objetos próximos	Imagem planificada. Percepção restrita às variáveis bidimensionais da percepção como diminuição do tamanho das pessoas. Ainda com a distorção provocada pela lente da câmera.
Profundidade – tamanho aparente	Mais próximo, maior. Mais distante, menor	Relação proximidade versus tamanho é distorcida pela lente da câmera.
Profundidade – movimento aparente	Mais próximo, mais rápido	Idem
Lateralidade	Há	Não há nos sistemas disponíveis para videoconferência
Gestos corporais	Há a natural	Restrita pela diminuição – possibilidade de ampliação se a interface for maior, mas também problemas. Muita exposição.
Movimentação do corpo	Livre movimentação no espaço	Movimentação limitada à abertura de câmera.
Contato próximo	Há o contato natural	Não há sentido de contato, pela falta de relação entre o tamanho do corpo e o tamanho da imagem.
Iluminação	Natural	Exige cuidados: ofuscamento, sensibilidade da câmera
Visualização dos demais participantes	Natural, instantânea: limitada ao campo visual - virar a cabeça	Visualização parcial do espaço da sala – não vê quem entra p. ex.
Visualização do espaço da sala	Natural, instantânea: limitada ao campo visual - virar a cabeça	Movimentação limitada à abertura de câmera.

Tabela 3.3: Quadro-resumo do mapeamento comparativo das informações visuais presentes na reunião presencial e na mediada por videoconferência.
Fonte: Análise e produção da autora, 2005. *** alterações possíveis somente com o uso de tecnologia.

INFORMAÇÃO SONORA	REUNIÃO PRESENCIAL	VIDEOCONFERÊNCIA
Reverberação	Natural. Determinada pela forma do espaço, os objetos nele incluídos (inclusive pessoas) e pelos materiais de revestimento.	Restrita à sala de videoconferência. Não incorpora o espaço da sala representada na interface.
Fonte sonora	Som de cada fonte sonora	Som de uma única fonte para todos os participantes. Os sons estéreo simulam profundidade e espacialidade. Entretanto, essa espacialidade representada se sobrepõe à espacialidade da sala de videoconferência.
Timbre de voz	Recebimento natural – som analógico	Dificuldade no reconhecimento de quem fala quando a qualidade sonora – definição sonora –, é baixa. Som digital.
Volume de voz	Percepção natural	Possibilidade de aumentar o volume ***
Posicionamento	Reconhecimento da posição	Não há (sistemas mono) e há de forma limitada (sistemas estéreo)
Ruídos do ambiente	Não são filtrados	Podem ser filtrados pelo microfone ***

Tabela 3.4: Quadro-resumo do mapeamento comparativo das informações sonoras presentes na reunião presencial e na mediada por videoconferência.

Fonte: Análise e produção da autora, 2005. *** alterações possíveis somente com o uso de tecnologia.

DOCUMENTOS FÍSICOS	REUNIÃO PRESENCIAL	VIDEOCONFERÊNCIA
Portabilidade	Portável, pode passar de mão em mão. Transporte imediato.	Visualizado se filmado pela câmera.
Manipulação	Integral. A própria pessoa manipula o documento	Restrita. Quem manipula é a outra pessoa que está na sala de videoconferência de origem
Tamanho	Natural.	Ampliado ou reduzido. ***
Distribuição	Demanda reprodução de cópias	Permitida pela visualização da tela por todos os participantes

Tabela 3.5: Quadro-resumo do mapeamento comparativo das informações de documentos físicos presentes na reunião presencial e na mediada por videoconferência.
Fonte: Análise e produção da autora, 2005. *** alterações possíveis somente com o uso de tecnologia.

DOCUMENTOS ELETRÔNICOS	REUNIÃO PRESENCIAL	VIDEOCONFERÊNCIA
Portabilidade	Limitada à disponibilidade de um computador para a visualização.	Visualizado no sistema de videoconferência ou em computadores pessoais ou portáteis.
Manipulação	A pessoa que manipula a apresentação	Visualização passiva
Tamanho	Próprio de cada documento.	Próprio de cada documento.
Distribuição	Permitida pela visualização da tela por todos os participantes. Limitada à disponibilidade de computadores para a visualização.	Permitida pela visualização da tela por todos os participantes. Porém, tecnologias eletrônicas permitem a distribuição e reprodução com facilidade.

Tabela 3.6: Quadro-resumo do mapeamento comparativo das informações de documentos eletrônicos presentes na reunião presencial e na mediada por videoconferência.
Fonte: Análise e produção da autora, 2005. *** alterações possíveis somente com o uso de tecnologia.

4. Aspectos ergonômicos de espaços com interfaces de comunicação

Como vimos no capítulo anterior, o elemento mais evidentemente suprimido do processo de comunicação pelos meios de videoconferência encontra-se na ambientação natural da reunião presencial, que é negligenciada com a inserção do equipamento.

Por outro lado, a história nos oferece alguns ensinamentos sobre o tratamento da questão da ambientação a partir da inserção de um dispositivo de informação no espaço, e seu estudo poderá contribuir para o desenho de uma proposta de interface de comunicação mais eficiente, objetivo deste estudo.

Por sua natureza, o espaço arquitetônico interage com o meio em que está inserido. Dentro de um espaço delimitado, as aberturas em geral servem como elementos de interface do espaço com outros elementos do contexto. Ao abrir uma janela para um espaço adjacente, a superfície imaginária desta funciona como uma interface entre os dois espaços. O espaço externo é interfaceado com o espaço interno por meio do plano imaginário que a abertura define. Assim, o homem viu no espaço arquitetônico a possibilidade de ampliá-lo por meio da manipulação dos planos que o delimitavam. Pela definição das aberturas nas paredes, como as janelas, ele cria interfaces de comunicação, e o que é apresentado do outro lado da janela existe concretamente, limitando desse modo, as possibilidades do que ali é apresentado. Tais limitações resultam do seu contexto espaço-temporal. Por outro lado, as mensagens e os estímulos sensoriais são genuínos, e conferem à percepção o caráter de realidade natural.

Os dispositivos de informação provocam estímulos artificiais que emulam, por vezes, os estímulos naturais.

Nesse sentido, Mc. Cormick (1976) diferencia os estímulos distais dos estímulos proximais, sendo que quando recebemos um estímulo proximal (por um meio de comunicação), há uma transformação da informação comunicada, provocada pelo ruído do meio e do sistema.

Os meios de representação, como as pinturas murais, as tela de cinema, os panoramas e outros serão aqui considerados como dispositivos de informação. Cada um deles utiliza diferentes estratégias para amplificar a eficiência da comunicação explorando os recursos ergonômicos. Este capítulo busca subsídios nas soluções de ambientação que foram realizadas ao longo da história, a fim de que contribuam para a solução proposta no capítulo V.

A Pintura

É possível encontrar exemplos nos quais a criação das superfícies arquitetônicas incluiu, além das aberturas naturais, a tentativa de criar outros tipos de interfaces com o uso de recursos tecnológicos; no caso, com superfícies pictóricas. Kubovy (1986, p.23) reforça a tendência das pinturas em perspectiva para esse fim ao dizer que:

Nas representações pictóricas em perspectiva nós tendemos a perceber a moldura do quadro como a moldura de uma janela através da qual nós podemos olhar para dentro do espaço virtual mostrado na pintura.

Nesse contexto, a superfície da parede serviu como elemento potencial de interface e passou a receber representações que compõem mensagens e estímulos, convidando a imaginação a recriar o espaço.

Um dos papéis da arquitetura é comunicar sensorial e semanticamente, estimulando a criação mental do espaço vivenciado. É certo, também, que a obra de arquitetura tem entre outros objetivos, o de atender ao programa de necessidades, e o arquiteto, como artista, pretende comunicar sua visão e proposta de mundo. Tanto assim que é comum reconhecermos sua “linguagem” arquitetônica.

Qualquer incursão no campo da lingüística começa coma constatação de que a arquitetura é uma linguagem e, como tal, é capaz de transmitir mensagens; uma constatação que parece ingênua, de tão óbvia, porém cujo desdobramento abre um campo infinito de considerações, de vez que permite a utilização de todo o conhecimento adquirido sobre as línguas faladas e linguagens não verbais no terreno específico da arquitetura, visando seu entendimento, recolocando antigos problemas sob nova ótica e depurando sua linguagem específica (COLIN, 2000, p.113).

Ao definir os elementos opacos, transparentes, materiais e imateriais o arquiteto organiza o espaço, comunicando o cheio e o vazio em uma organização sintática dos componentes arquitetônicos, em que as mensagens individuais do espaço se organizam para a compreensão do todo. Ao optar pelo uso de um ou outro material, ele define os estímulos sensoriais a serem percebidos.

O espaço não informa objetivamente apenas. Os estímulos sensoriais processados nos mecanismos mentais fazem surgir significados, mais amplos e com interpretações subjetivas. Apesar da subjetividade da interpretação, as condições culturais influenciam a estruturação da mensagem.

Em termos semióticos, temos que o mesmo significante (uma coluna, um capitel, uma arquitrave) toma significados diferentes: para os gregos, a forma natural do aprimoramento estético de elementos construtivos primários; para os romanos, de valor decorativo e simbólico, de vez que a conjunção com sistemas construtivos estava perdida. (COLIN, 2000, p.114)

Assim, apesar de os estímulos sensoriais serem objetivos, as mensagens não sensoriais compõem um contexto subjetivo que pode ser induzido pela bagagem cultural de quem recebe a mensagem.

Seja como for, o espaço construído transmite aos seus usuários informações que, ao serem processadas, transformam-se em percepções.

Com este estudo, **propomo-nos a melhorar as relações de comunicação entre pessoas presentes em dois ambientes conectados por uma interface de videoconferência.** Para tanto, é um desafio pertinente e necessário compreender como as interfaces presentes no espaço arquitetônico apresentaram estratégias ergonômicas de ambientação. Cada tecnologia de interface (pintura, cinema e outras) traz potencialmente uma contribuição, em termos de ergonomia, que vem da especificidade da relação de cada uma delas com o espaço.

Os aspectos culturais de cada época, inegavelmente importantes para as reflexões contextuais, não serão tratados neste estudo, pois não pretendemos determinar a intenção da produção artística, mas sim os valores ergonômicos que potencializavam a comunicação oferecida por elas.

A Perspectiva do Renascimento

No Renascimento, a atenção dos pintores voltou-se mais enfaticamente para a solução do problema de representação da profundidade:

Uma das obsessões dos artistas do Quattrocento era a resolução do espaço; como conseguir, de modo coerente, o efeito de profundidade e distância. A solução foi encontrada na perspectiva. (PLÁTANO, p.12);

Em outras épocas, foram delineadas soluções racionais que apresentavam uma lógica construtiva para o problema da representação da profundidade do espaço. Porém, naquele período, a lógica intrínseca de construção da representação estava plenamente fundamentada nas características da visão. No Renascimento, o desenvolvimento da perspectiva enquanto sistema de representação a partir de um ponto único de observação vincula a representação com a ergonomia, na representação bidimensional.

É possível encontrar, a partir daquela época, diversas obras de arte que provocam a interação sensorial e cognitiva com o espaço no qual foram inseridas.

A descoberta dos princípios da perspectiva¹ e o desenvolvimento de um método de desenho que buscava, à luz da razão, representar a realidade **tal como ela se apresentava aos olhos**,

¹ Tratamos aqui da perspectiva do Renascimento. A técnica da perspectiva é atribuída a Brunelleschi que, “apesar de não ter explicado quais eram os princípios desta perspectiva racional, a partir de sua engenhosa demonstração foi aclamado inventor do método da perspectiva geométrica” (Plátano, 15). Isso porque, segundo Mariano Tacolla, Brunelleschi teria dito “Não compartilhe suas invenções com muitos. Compartilhe-as somente com os poucos que compreendem e amam as ciências” (Kubovy, p.33). Tradução da autora. Texto original: “Do not share your inventions with many. Share them only with a few who understand and love the sciences”.

ofereceu recursos técnicos que amplificaram a compatibilidade ergonômica do que era visto naturalmente pelas pessoas e do que era representado.

O domínio dessa nova forma de representação espacial começou a atrair atenção para a diferença entre o mundo visual e o campo visual; logo, para a distinção entre o que o homem sabe que está presente e o que ele vê. (HALL, 2005, p.109)

A pintura renascentista remanescente mais antiga, no sentido do uso rigoroso da perspectiva que, além de utilizar o artifício ergonômico da perspectiva, leva em conta em sua produção o espaço arquitetônico no qual está inserida é “A Trindade” de Masaccio, encontrada na igreja de Santa Maria Novella, em Florença.

Apresentada ao público em 1425-8, a obra foi produzida segundo as regras da perspectiva paralela – de um ponto de fuga². A demonstração de Brunelleschi (Fig. 4.1), anos antes, mostrara que o ponto de fuga desse tipo de desenho coincidia com o ponto de observação. Portanto, o posicionamento do ponto de fuga indicaria o lugar da observação.

² O princípio é que todas as retas paralelas do espaço real convergem para um mesmo ponto (ponto de fuga) no plano do desenho. Assim, quanto mais próximo o objeto se apresenta ao observador, maior parece. (explicação da autora)

Fig. 4.1 – A primeira demonstração de Brunelleschi³
Fonte: Plátano, 2000.

A Trindade: A perspectiva ambientada propõe o espaço virtual⁴

Ao pintar a Trindade (1425), Masaccio definiu o ponto de fuga no eixo vertical médio da imagem, na altura de uma pessoa em pé (Fig. 4.2). Ele poderia ter escolhido qualquer outro ponto de fuga para representar sua realidade pintada. Contudo, ao concretizar sua escolha, criou um vínculo perceptivo com o espaço real, vínculo esse que valoriza a obra, incrementando-a em mais um aspecto perceptivo: a contextualização espacial (Fig. 4.3).

³ Gioseffi (1966) estima que a primeira demonstração de Brunelleschi tenha ocorrido entre 1401 e 1409 (KUBOVY, 1986, p.32).

⁴ Consideraremos espaço virtual como o espaço tridimensional que está representado na pintura e que representa um espaço físico contíguo àquele no qual a pintura se insere.

Fig. 4.2 – A Trindade. Masaccio.
As linhas convergem para o ponto de fuga central.
Fonte: Gombrich, 1999 e edição da autora, 2005.

Fig. 4.3 - A Trindade. Masaccio.
Contextualização espacial e observador coincidente com ponto de fuga.
Fonte: Foto da autora, 2005.

A perspectiva de Masaccio apresenta um espaço cuja profundidade se insinua para trás da superfície da parede e abre uma nova possibilidade de manipular as interfaces do espaço, recriando o espaço arquitetônico. Obviamente, o observador não tem a expectativa de que aquilo que se apresenta “por trás” da parede sejam espaços existentes nem objetos reais. Porém, a insinuação espacial é evidente, sendo o imaginário despertado para a possibilidade de realidades espaciais que considerem em sua composição o espaço virtual.

Fig. 4.4 - Corte transversal do suposto espaço que fora representado na perspectiva de acordo com Sanpaolesi (1962, figura C, opp. p. 52)
 Fonte: Kubovy, 1986 e edição da autora, 2005.

Alguns elementos que nos fazem perceber a interação do espaço real com o espaço virtual podem ser notados, pois são denunciados pela coerência dos indícios bidimensionais de percepção profunda descritos por Sternberg (2000).

Segundo a fisiologia da visão, quanto mais distante um objeto nos é apresentado, menor ele nos parece. Masaccio conhece essa regra e a usa com toda mestria. Conforme se apresentam mais adentro no espaço virtual, as figuras diminuem de tamanho.

Há duas figuras que parecem estar fora do espaço virtual (Fig. 4.5).

Fig. 4.5 – Um velho mercador e sua esposa, pintados “do lado de fora” da cena.
Fonte: Gombrich, 1999 e edição da autora, 2005.

Ao representá-las sobrepondo-se aos pilares – que se não fossem uma representação estariam alinhados com a parede da igreja –, Masaccio expulsa esses personagens da cena, tentando romper a própria interface da parede (Fig. 4.3). As figuras têm tamanho em verdadeira grandeza, o que torna a informação visual, sob esse aspecto, ergonomicamente similar à que teríamos se os personagens fossem pessoas ocupando o mesmo espaço no campo visual.

Apresenta-se a questão se os dois personagens profanos – um mercador e sua esposa –, foram pintados usando essa estratégia porque pertenciam ao mundo dos homens (devendo ocupar o espaço dos homens), enquanto as santidades, inacessíveis aos homens, deveriam ocupar o espaço virtual. Não é possível fazer essa afirmação. Entretanto, se houvesse sido esse o propósito da mensagem pictórica, a configuração ergonômica estaria em conformidade com tal hipótese.

Uma característica peculiar da visão humana faz a proximidade do observador depreciar um outro aspecto ergonômico: o da estereoscopia da visão. Sob esse aspecto, a informação oferecida pela representação pintada na superfície da parede se distancia de sua equivalente da visão natural.

Como o olho estacionário achata tudo o que se encontra a mais de cinco metros de distância, é possível fazer exatamente isso: tratar o espaço em termos ópticos. (HALL, 2005, p.110).

Segundo Hall (2005), isso só acontece a partir de cinco metros de distância, o que significa que as figuras apresentadas no primeiro plano estão mais próximas que esse limite. Além disso, a percepção de profundidade é influenciada pelo efeito estereoscópico da visão, traduzido pelos valores de disparidade e convergência binocular.

Quanto mais perto um objeto se apresenta à visão, mais importante se torna o aspecto estereoscópico desta, por dois motivos: em primeiro lugar a defasagem entre as imagens captadas por cada olho é maior; e, em segundo, os dois olhos tendem a convergir para focalizar o objeto visto como foco da visão, sendo a convergência binocular maior quanto mais perto se encontrar o objeto. Assim, a expectativa óptica é de que as figuras em primeiro plano apresentem disparidade e convergência binocular maiores que aquelas representadas.

Kubovy (1986, p.40) alerta sobre a função da visão estereoscópica:

Ela nos dá a habilidade de aferir e comparar distâncias no nosso ambiente imediato, algo em torno de algumas jardas. Por exemplo: você terá extrema dificuldade em realizar tarefas que requeiram coordenação motora apurada a curta distância com um olho fechado (como colocar linha na agulha)... Por outro lado, uma pessoa que possui monovisão não é realmente desabilitada quando as tarefas visuais requerem ação em alvos distantes, como jogar uma bola ou pousar um avião.

Nesse sentido, a primeira demonstração de Brunelleschi apresentava uma lacuna de informação quando comparada à informação visual natural e à oferecida pela representação em perspectiva, pois, ao fazer um único furo no painel pintado, negava a visão estereoscópica. Por conta disso, a visão monoscópica da perspectiva condizia com os próprios princípios desse desenho, negando tal variável ergonômica.

Obviamente, as pinturas de Masaccio não abordam esse aspecto da visão, fazendo com que a tentativa de criar uma representação similar ao mundo natural tivesse uma eficiência limitada, mas ainda impressionante para a época.

Podemos imaginar a perplexidade dos florentinos quando este mural foi exposto e parecia um buraco na parede através do qual podiam ver uma capela no moderno estilo de Brunelleschi (GOMBRICH, 1999, p.229).

Não foi só com a informação visual que Masaccio comunicou ao observador. Na parte inferior da pintura, há um túmulo pintado, no qual uma inscrição oferece uma carga cognitiva verbal ao contexto da cena. Lá está escrito em latim: “Eu fui aquilo que você é. Você será o que eu sou”. A mensagem verbal é muito precisa e, por direcionar a fala a “você”, cria um vínculo cognitivo explícito com o leitor, ou seja, o observador da cena.

Igreja Santa Maria de San Satiro: o dispositivo de informação simulando o espaço real

O exemplo do arquiteto Donato Bramante (Donato di Pascuccio Bramante d’Antonio) na Igreja Santa Maria de San Satiro, em Milão, datada de 1497, talvez seja mais evidente na expectativa de um espaço virtualizado em uma representação para substituir um espaço real que não fora possível construir.

Fig. 4.6 – Igreja de San Satiro, Milão.
Nave central – visão do observador.
Fonte: Foto da autora, 2005.

Fig. 4.7 - Igreja de San Satiro, Milão.
Perspectiva do espaço não construído.
Fonte: Foto da autora, 2005.

Neste exemplo, um problema contextual – atrás da igreja passava uma via, impossibilitando a concretização da planta da igreja no formato tradicional de cruz romana –, ofereceu subsídios para uma decisão arquitetônica: em vez de construir a planta em forma de cruz, a parte da cruz que não podia ser construída (A) fora substituída por um efeito óptico de perspectiva, a fim de oferecer o estímulo visual análogo ao obtido por um espaço onde teoricamente poderia ter sido construído.

Fig. 4.8 – Planta da Capela de Santa Maria de San Satiro, Milão
 Fonte: Desenho de Luciano Patetta (1995) e edição da autora, 2005.

Uma limitação imposta pelo contexto espacial do local implicou o uso da nova tecnologia – a perspectiva –, para criar, por um dispositivo de informação, (a interface da parede) um espaço virtual⁵.

A visita ao local permitiu avaliar que algumas variáveis ergonômicas contribuem para a amplificação desse efeito. Em primeiro lugar, o espaço principal da Igreja (Fig. 4.8, A) – a nave –, coincide com o ângulo de visão proposto pela perspectiva apresentada – com um ponto de fuga central. Em segundo, o efeito da perspectiva é amplificado por não se tratar de uma representação plana, e sim de uma série de planos (Fig. 4.9), criando uma profundidade espacial real (expressivamente menor do que a sensação de profundidade apresentada). Esse efeito é amplificado pela coincidência de suas linhas com as linhas de perspectiva, criando uma mescla de pintura e volume espacial. Esse truque cria um certo efeito estereoscópico, diminuindo a restrição da pintura nesse sentido.

⁵ No sentido definido anteriormente.

Fig. 4.9 – Visão a partir do ponto (C) dos planos desenhados para reforçar a perspectiva. Desse ângulo, é possível ver o truque óptico que mescla perspectiva e volume para criar o espaço virtual desejado. Fonte: Foto e análise da autora, 2005.

Fig. 4.10 – Detalhe da profundidade do coro da igreja, a partir do ponto (D). Fonte: Foto da autora, 2005.

Além disso, verificamos que a utilização integral do plano da parede para a representação da perspectiva a contextualiza espacial e arquitetonicamente, reduzindo o ruído de comunicação da obra – a exemplo do que fez Masaccio –, que se propõe como uma abertura em uma superfície arquitetônica.

Capela Sistina: A representação ambígua

Michelângelo, ao pintar o teto da Capela Sistina⁶ (Fig. 4.11), ao mesmo tempo em que utiliza toda a superfície do teto para criar suas representações, amplifica por um lado a comunicação

⁶ Em julho de 2005 fizemos uma visita à Capela Sistina para essa investigação.

espacial entre o objeto representado e o espaço natural, mas por outro, cria ruídos de comunicação que depreciam a contextualização espacial.

Fig. 4.11 – Capela Sistina, Vaticano.
Fonte: Gombrich, 1999.

A representação de elementos arquitetônicos (Fig. 4.12, **A**) que sugerem uma estrutura para a cobertura divide-a em áreas, centrais e laterais. As áreas centrais (Fig. 4.12, **B**) estão dispostas quase que horizontalmente, e nelas são representadas cenas bíblicas. Nelas não se observam conexões sensoriais nem semânticas com o espaço da capela. Entretanto, a representação dos elementos arquitetônicos (**A**) provoca a contextualização espacial como que definindo um plano de continuidade da parede. Assim, os profetas (**C**) e as sibilas representados nas laterais dessa superfície, próximas ao apoio, saltam para o espaço real.

Fig. 4.12 – Capela Sistina, Vaticano. Detalhe do teto. As cenas bíblicas foram suprimidas para melhor evidenciar a representação de elementos arquitetônicos no teto da capela.

Fonte: Gombrich, 1999 e edição da autora, 2005.

Tal situação ocorre pela sobreposição das figuras, que oferece à percepção a informação de qual objeto se encontra à frente. Esse indicador de profundidade é descrito por Sternberg (2000), que esclarece que os objetos mais próximos se sobrepõem aos mais distantes e que a leitura dessa sobreposição nos oferece o indício de que precisamos para determinar qual o próximo e qual o distante.

A conexão espacial se dá pelo seguinte motivo: a composição da mensagem pictórica com a espacial induz o observador a interpretar a representação dos elementos arquitetônicos formando uma superfície alinhada com a superfície real.

Se as representações apresentadas a nossos sentidos oferecerem a informação que está na frente dessa estrutura representada, ela nos parecerá no espaço real. Tal objetivo é conseguido pelo fato de o observador, diferentemente do que ocorre na obra de Masaccio, estar distante do objeto representado, quando os efeitos de luzes e sombras, – facilmente representados na pintura –, tornam-se mais relevantes para a percepção das formas volumétricas.

Os querubins (**D**), que claramente estão pintados na frente da “estrutura da cobertura”, reforçam a impressão de personagens virtualmente representados habitarem o espaço real.

Assim, Michelângelo utiliza soluções ergonômicas para a efetivação de uma composição plástica que se relaciona sensorialmente com o espaço no qual está inserida.

Igreja de Santo Inácio de Loyola: O fim da moldura

Em outra obra, em Roma, o padre jesuíta Andrea Pozzo pintou em 1691-4 o teto da igreja de Santo Inácio de Loyola (Fig. 4.13). Nesse exemplo, a estratégia do artista – em vez do emolduramento da representação feito por Masaccio –, é fazer com que a representação apareça plenamente ambientada e contextualizada no espaço da nave da igreja.

Fig. 4.13 – Igreja de Santo Inácio de Loyola, Roma. Pintura do teto.
Fonte: Material gráfico do local, 2005.

Pozzo, assim como Michelângelo, utiliza toda a superfície disponível para criar uma ambientação de espaço, na qual as pessoas representadas coexistem espacialmente com as reais. Sua representação é de um espaço único, e não apresenta o ruído perceptivo das diversas cenas bíblicas de Michelângelo, na relação entre a representação e o espaço em que é inserido.

Nessas obras de Pozzo, observa-se também que estratégias ergonômicas foram utilizadas para induzir a percepção dos elementos representados, em um contexto espacial.

Antes de mais nada o teto da igreja, uma superfície semicilíndrica, apóia-se nas paredes da igreja. A estratégia de Pozzo foi pintar nela uma perspectiva de um ponto de fuga, na qual é representado o prolongamento dos pilares reais da igreja (A) nas laterais e nas quatro quinas da pintura. Esses elementos nos levam a perceber o espaço como se fosse uma composição de espaços e objetos reais e virtuais.

Fig. 4.14 – Igreja de Santo Inácio de Loyola, Roma.
Pilares reais e a continuação desses elementos na pintura.
Fonte: Foto da autora, 2005.

Tal fato é valorizado porque quando os objetos estão distantes do observador, a visão humana percebe os volumes tridimensionais mais por suas luzes e sombras que pelo aspecto estereoscópico que eles apresentam, pois proporcionalmente à distância da observação, a distância entre os olhos torna-se pouco significativa. Assim, com a utilização de luzes e sombras e com sua contextualização segundo as fontes de luz do espaço real, Pozzo

compatibiliza os aspectos ergonômicos da percepção a fim de que os personagens sejam percebidos como se estivessem no espaço real¹ (Fig. 4.15).

Fig. 4.15 – Igreja de Santo Inácio de Loyola, Roma.
Detalhe do jogo de luz e sombra nos volumes cujas fontes de luz coincidem com as aberturas reais.
Fonte: Foto e análise da autora, 2005.

Como vimos anteriormente, a disparidade e a convergência binocular são estímulos importantes como fonte de informação para a percepção de profundidade.

A relação entre a distância entre os olhos e a distância de observação, nas obras de Masaccio e Pozzo, permite que definamos um coeficiente de profundidade:

$$\text{coeficiente} = \frac{d_{\text{olhos}}}{d_{\text{observação}}}$$

$$\text{Masaccio (Trindade): } \text{coeficiente} = \frac{6,8\text{cm}}{500\text{cm}} = 0,0136$$

¹ Espaço real é considerado na sua instância física, segundo a definição de Zevi (1996).

$$\text{Pozzo (Teto Sto Inácio): } \textit{coeficiente} = \frac{6,8\text{cm}}{1000\text{cm}} = 0,0068$$

Nota-se que a razão é constante e conforme se distancia da obra, o valor do coeficiente de profundidade se reduz proporcionalmente. Essa redução mostra que quanto maior a distância, menor será a disparidade binocular, tendendo a zero quando olhamos para o infinito.

Segundo essa relação de proporcionalidade direta, a obra de Pozzo, que estabelece uma distância do observador superior a 6 metros tem, na disparidade binocular, uma informação de profundidade muito menos significativa que na obra de Masaccio, pois, é normalmente observada de uma distância aproximada de três metros.

Isso corrobora a afirmação de que, quando o objeto está longe, a percepção de luzes e sombras é mais importante para a compreensão da volumetria que o efeito estereoscópico propriamente dito, pois o ângulo de disparidade binocular (α) é tão pequeno que não provoca uma diferença de imagem significativa no olho direito e no olho esquerdo (discrepância binocular).

Pozzo, assim como Masaccio e Michelângelo, também expõe seus personagens para fora do espaço virtual (Fig. 4.14). Ao marcar os pilares virtuais alinhados perceptualmente com os pilares reais, o pintor coloca os personagens na frente destes no espaço real. Essa compreensão se dá menos pelos estímulos sensoriais e mais pela compreensão do contexto espacial que tais estímulos provocam.

Ainda na igreja de Santo Inácio de Loyola, há placas de mármore no piso da igreja. Elas demarcam os pontos de observação que oferecem a perspectiva que melhor compõe visualmente com o contexto espacial. A existência desses pontos de observação mostra a

preocupação com os aspectos ergonômicos, na relação entre os indivíduos e o ambiente. “Para o espectador em pé no disco de mármore, a arquitetura pintada aparece *em três dimensões* como uma extensão da arquitetura real” (KUBOVY, 1986, p.44).

Veronica Biermann et al. (p. 140) esclarecem como a perspectiva de Pozzo se integra ao espaço:

Visto desse ponto, em Santo Inácio o ponto de fuga da arquitetura simulada confunde-se com o centro iconográfico da representação alegórica, ao mesmo tempo em que o espaço real da igreja funde-se numa unidade com o espaço sobrenatural da pintura do teto.

Como estratégia pictórica,

“Pozzo defende a manutenção categórica da perspectiva central e da vista frontal, em que o ponto de vista coincide com o ponto de fuga, e se mantém a representação do tema na sua integridade no interior do espaço pictórico. Convém no entanto dizer que Pozzo não só se serve da perspectiva para criar uma ilusão de realidade; o seu propósito é pelo contrário pôr a perspectiva a serviço de uma visão tridimensional iluminada pela sua reprodução” (BIERMANN et al., p.140).

Assim, a preocupação de compatibilização ergonômica do estímulo visual para a criação de um contexto visual fica evidenciada pela marcação, no piso, dos pontos privilegiados de observação.

A partir de um desses pontos, é possível observar a cúpula (Fig 4.16). Escura e destoante, ela aparece para o observador situado em um ponto estratégico. Pozzo desenhou, em um forro plano, a cúpula que, por motivos financeiros, não pôde ser construída. Aqui, assim como em San Satiro, o recurso tecnológico disponível tentou viabilizar de outra forma o que era impossível. Evidentemente, a cúpula pintada possui restrições perceptivas, pois se andarmos pela igreja, nós a veremos de forma distorcida (Fig. 4.17 e 4.18), depreciando a contextualização espacial. Entretanto, os recursos da época não permitiam uma viabilização além desta que, observada à distância em que se propõe, não é depreciada pela falta de valor estereoscópico, remetendo-nos à dúvida sobre a verdadeira forma do objeto pintado.

Fig. 4.16 – Igreja de Santo Inácio de Loyola, Roma.
Visão da cúpula virtual a partir do ponto médio da nave. Nota-se a equivalência ergonômica no contexto espacial.
Fonte: Foto da autora, 2005.

Fig. 4.17 – Igreja de Santo Inácio de Loyola, Roma.
Vista ortogonal da cúpula virtual.
Fonte: Foto da autora, 2005.

Fig. 4.18 – Igreja de Santo Inácio de Loyola, Roma.
Vista da cúpula a partir do altar. Nota-se a falta de equivalência ergonômica no contexto espacial.
Fonte: Foto da autora, 2005.

Pozzo utiliza com insistência o recurso de pintar elementos de arquitetura e, por sobre eles, as figuras humanas, referenciando-se às aberturas da igreja que trazem luz natural e mostrando que a obra está completamente vinculada ao espaço real.

Entretanto, há um detalhe em toda a igreja que define explicitamente a transição entre o espaço virtual e o real. Acima do altar, Pozzo pinta um panejamento e coloca, no espaço real, um tecido (Fig. 4.19) que compõe a continuação da representação. Esse detalhe evidencia a extrapolação dos personagens para o espaço real como se clamassem por estar no espaço interior.

Fig. 4.19 – Igreja de Santo Inácio de Loyola, Roma. Detalhe do teto do altar. O tecido virtualizado na pintura torna-se um tecido real, concretizando no campo da percepção visual a transição real/virtual.
Fonte: Foto e análise da autora, 2005.

Ao contrário de Masaccio, que deixa a figura se apresentar bem próxima ao observador, Pozzo, ao distanciá-las, utiliza um recurso ergonomicamente compatível a fim de valorizar a compreensão das imagens como volumes.

Há ainda outro ponto importante de discussão referente à forma da superfície pintada – o que para nós é a interface de comunicação entre o conteúdo virtual e o espaço real. Nesse sentido, há diferença substancial entre as pinturas analisadas, que produzem resultados ergonômicos distintos.

Masaccio pinta sobre a superfície plana da parede e reforça em sua pintura o plano da interface. Ele o faz com o arco e as colunas alinhadas perceptualmente com o plano da interface.

O observador vê um plano representado que coincide com o plano real da interface e dela tem consciência valorizada. Tal consciência é reforçada também pela pouca distância existente entre o observador e a pintura; ele pode inclusive, perceber seus detalhes, enxergando até a interface em vez da pintura.

A capela Sistina apresenta uma ambigüidade na compreensão dos limites da interface. Ao representar os elementos arquitetônicos, Michelângelo define na pintura a forma da cobertura. Por outro lado, os capitéis saltam à interface assim como os querubins. De modo geral, a forma da superfície é percebida, pois as pinturas das cenas bíblicas aparecem no plano da interface.

Na pintura de Pozzo, entretanto, há dois pontos importantes sobre a compreensão da forma da interface a serem observados:

Em primeiro lugar, a representação dos pilares que se prolongam no espaço virtual faz desaparecer a superfície da interface. O espaço definido pela superfície – semicilíndrica – não coincide com a forma do espaço virtual representado – paralelepípedo – definido pelos pilares dispostos nos quatro cantos da nave. Essa discrepância de informação resulta na impossibilidade de compreensão da forma da interface. Em segundo lugar, a distância acentuada entre o observador e a interface não causa problemas. Porém, a forma semicilíndrica da superfície tem outra consequência ergonômica. Nas laterais, perto das paredes há representações que oferecem um estímulo sensorial impressionante: alguns elementos da pintura – como a perna do homem (Fig. 4.20) –, parecem saltar aos olhos, convincentemente para fora do espaço virtual, adentrando o espaço real.

Fig. 4.20 – Igreja de Santo Inácio de Loyola, Roma.
Detalhe da perna que parece saltar para fora.
Fonte: Foto da autora, 2005.

Tal fato se dá porque a pintura se faz em uma superfície curva, de forma que, no sentido horizontal ela está mesmo no espaço real, dada a compreensão da superfície de interface a partir do que é representado em alinhamento com a superfície da parede da igreja.

Em terceiro lugar, outra distorção ocorre na cúpula da igreja de Santo Inácio de Loyola. A pintura sobre uma superfície plana curva define um espaço virtual semi-esférico, e o plano de interface não é explícito na representação, algo que acontece na Trindade de Masaccio. Assim como o teto da igreja, a distância acentuada entre o observador e a interface não permite que informações, como a textura da superfície, apareçam para sua identificação.

No caso específico da representação da perna que se projeta para dentro do espaço real, há ainda dois fatores que valorizam essa percepção: um de ordem do significado dos elementos representados e outro de ordem ergonômica.

O primeiro fator, a posição da perna pintada, com o joelho dobrado e o pé que se projeta para fora, sugere a projeção de seu volume para fora do espaço da pintura, induzindo a percepção a essa interpretação.

O segundo fator é que a perna foi pintada sobre a superfície curva da cobertura da igreja. Sua projeção sobre o piso da igreja faz com que, no sentido horizontal, haja uma distância entre a parede e a perna pintada. Por meio desse artifício, a pintura pertence ao espaço acima da igreja e não à parede.

Fig. 4.21 – Igreja de Santo Inácio de Loyola, Roma.
Detalhe da perna que parece saltar para fora em projeção ortogonal.
Fonte: Material gráfico do local, 2005.

O uso desse recurso estratégico foi possível graças à forma curva da superfície pintada que tira os personagens do plano da parede e os leva para dentro do espaço da igreja.

O Panorama: a aplicação de ergonomia na ambientação

A utilização de superfícies curvas para envolver o espectador também foi explorada nos panoramas do século XIX, como explica Aumont (2004, p.54) sobre a importância que tiveram na época:

Só há vestígios do que foi um dos espetáculos mais apreciados no século XIX... Multidões apreciáveis visitaram os panoramas. Prédios gigantescos, construídos com custo elevado, abrigaram essas pinturas imensas, cuja produção demandava meses, às vezes anos, e cujo lançamento publicitário não deixava nada a desejar ao das superproduções da indústria cinematográfica.

Os panoramas europeus eram superfícies cilíndricas pintadas. As primeiras versões mediam 18 metros de diâmetro e as algumas das seguintes chegavam a 40 metros¹. Em 1787, o escocês Robert Barker registrou a patente da técnica e, no decorrer do século XIX, diversas construções foram especialmente projetadas para abrigar essa forma de expressão artística.

Fig. 4.22 – Corte e Planta do Panorama em Embankment Gate, Hamburgo, 1880.

Fonte: OETTERMAN, Stephan. **The Panorama**: History of a Mass Medium. New York. Zone Books, 1997, p.246.

¹ Fonte: "panorama" Encyclopædia Britannica. 2005. Encyclopædia Britannica Premium Service. <http://www.britannica.com/eb/article-9058282>, acesso em 28 de dezembro de 2005.

O principal objetivo do panorama era reproduzir o mundo real tão habilidosamente que o espectador poderia acreditar que o que via era genuíno [...] Quando finalizado, um panorama deveria criar uma ilusão da visão de 360 graus de uma paisagem real, a partir de um ponto de observação identificável.”² (OETTERMANN, p.49, 51.)

A “paisagem real” e o “ponto identificável” expostos por Oettermann (1997) mostram o vínculo evidente entre a representação e um espaço existente em um local diferente daquele no qual a representação era estabelecida, transportando, ainda que de forma restrita, uma realidade espacial por meio de seu contexto visual. Havia uma tentativa implícita de aplicar os princípios ergonômicos à ambientação do panorama.

Isso é mostrado por diversas estratégias ergonômicas adotadas:

Fig. 4.23 – Corte do Panorama. (A) Entrada e bilheteria; (B) Corredor escuro; (C) Plataforma de observação; (D) Ângulo de visão do observador; (E) Tela circular; (F) Primeiro plano tridimensional; (G) Objetos pintados na tela.

Fonte: OETTERMAN, Stephan. **The Panorama: History of a Mass Medium**. New York. Zone Books, 1997, p.50.

A forma cilíndrica em 360 graus da tela permite que o espectador tenha a cena em todo o seu redor, sendo por ela abraçado. Todo o campo visual horizontal é tomado pela cena pintada. A

² Texto traduzido pela autora. Texto original: “The basic aim of a panorama was to reproduce the real world so skillfully that spectators could believe what they were seeing was genuine... When completed, a panorama is supposed to create an illusion of a full 360-degree view of a real landscape from an actual identifiable standpoint.” (OETTERMANN, 1997, p.49, 51).

tela cilíndrica é uma interface entre o mundo físico e o mundo virtualizado na pintura; um dispositivo de informação que inclui o espectador na cena.

O desenho da época, mostrado na figura 3.24 evidencia o ângulo de visão do observador (**D**), demonstrando a preocupação de que o campo visual seja amplamente abarcado pela pintura.

A fim de aumentar o campo visual vertical da cena, definido pelos limites da tela, recorreu-se a dois recursos estratégicos: 1) o uso de um *terreno falso*³ para a transição do mundo tridimensional ao bidimensional da representação da tela e 2) a representação, na parte inferior da pintura, de um piso que se integra ao piso da plataforma inferior. No primeiro caso, objetos eram dispostos no piso, encaixando a contextualização dessas figuras no enredo da cena. Ambas as estratégias tinham também a função de disfarçar os limites inferiores da tela, ampliando, por meio desse artifício, a percepção do limite do campo visual vertical da cena.

Fig. 4.24 – Tela com representações bidimensionais e *terreno falso* com objetos tridimensionais.

Fonte: OETTERMAN, Stephan. **The Panorama**: History of a Mass Medium. New York. Zone Books, 1997, p.56.

— — — — — Linha limite entre a tela pintada e o “terreno falso”.

Fig. 4.25 – Cyclorama de Jerusalém, em Sainte-Anne-de-Beaupré visitado pela autora em julho de 2006. Objetos tridimensionais no terreno falso se integram visualmente com a representação bidimensional pintada na tela. Fonte: Material gráfico do local e edição da autora, 2006.

³ O autor Oettermann (2005) aponta o termo “false terrain”. Esse termo foi traduzido pela autora.

Os panoramas, por suas dimensões que colocam o observador em um espaço de observação amplo, permitem que caminhemos pela plataforma de observação para a apreciação da obra, possibilitando a observação por diversos pontos de vista. Isso desvaloriza, no sentido visual, a percepção espacial da cena, ao compararmos os estímulos recebidos com aqueles oferecidos pela situação espacial real, no sentido dos indicadores dinâmicos de profundidade.

Quando nos deslocamos, os objetos mais próximos se movimentam rapidamente em nosso campo visual, enquanto os mais distantes mantêm movimento lento. No horizonte, os objetos podem até parecer estarem sem movimento. Assim, é possível termos a informação da distância dos objetos a partir da observação da velocidade com que passam pelo campo visual conforme nos movimentamos.

No caso do panorama, como se trata de pinturas bidimensionais, o fato de haver a possibilidade de nos movimentarmos para a observação da obra não contribui para um estímulo ergonômico mais preciso sobre a informação espacial nele contida, exceção feita à observação dos objetos dispostos no *terreno falso* que por apresentarem-se à frente da tela pintada preserva, ainda que discretamente, aquele indicador dinâmico de profundidade.

A ergonomia foi levada em consideração⁴ nos *panoramas* dos séculos XVIII e XIX tanto na organização compositiva da cena como nas soluções arquitetônicas, nos dois casos, em busca de um objetivo comum: transportar ou reproduzir um espaço longínquo em outro lugar do mundo.

⁴ Apesar de o conhecimento estruturado dessa ciência ainda não existir naquela época (comentário da autora).

Assim, vimos que muitos artistas, a partir do Renascimento, usaram conhecimentos ergonômicos⁵ a fim de propor interfaces no espaço arquitetônico que comunicavam visualmente espaços virtuais, compondo novas realidades espaciais. Pela manipulação das variáveis de forma da superfície e estratégia de representação, tais artistas variavam os estímulos oferecidos aos sentidos pelo próprio espaço arquitetônico, provocando recriação das relações de virtualidades visuais presentes nesses espaços.

Evidentemente, essas interfaces não abrangiam a comunicação pessoal entre os personagens do espaço real e do espaço virtual. Tal análise mostra como a ambientação contribuiu para a composição espacial de um contexto, apontando caminhos para as tecnologias atuais de videoconferência na sua relação com os espaços arquitetônicos, no tocante aos elementos que ergonomicamente agregam valor para a diminuição dos ruídos de informação e maximização da informação oferecida.

⁵ Mesmo caso da nota anterior.

Fig. 4.26 – Panorama do topo da torre da Igreja de St. Giles, Edimburgo. Um dos primeiros produzidos por Robert Barker.
 Fonte: The Edinburgh Virtual Environment Centre - <<http://www.edvec.ed.ac.uk>>, acesso em 18/dez/2005.

Fig. 4.27 – Cyclorama de Jerusalém, visitado pela autora em julho de 2006. Um dos poucos remanescentes hoje.
 Fonte: Material gráfico do local, 2006.

Fig. 4.28 – Panorama do Rio de Janeiro.
 Fonte: Museu Victor Meirelles, 2006.

O espelho

Uma criança pode compreender que a imagem refletida nos espelho mantém relação com seu mundo material. Entretanto, a inacessibilidade ao espaço que está virtualizado na representação, aliada à fantasia infantil, dá margem a imaginar que do outro lado do espelho há outro mundo.¹ Assim, o plano do espelho se estabelece como uma interface que delimita o mundo material e um mundo virtual de dentro do espelho.

O reflexo no espelho é uma visão estimuladora para a percepção de uma realidade virtual, e o mito de Narciso já insinua o poder de persuasão da imagem refletida. Ao ver sua imagem refletida na superfície espelhada da água, Narciso não se dá conta de que se trata da própria imagem, apaixonou-se por ela e se joga à água para alcançá-la. Essa atitude mostra sua percepção de dois mundos: o real e o virtual, interfaceados pela superfície da água.

Fig. 4.29 – Narciso - Óleo sobre tela, pintado por Caravaggio entre 1546-48.
Fonte: Galleria Nazionale d'Arte Antica, Roma.

¹ Esse conceito pode ser ilustrado pelo relato da autora sobre uma experiência vivida em 1980: "Entrei no labirinto do Play Center pela primeira vez. Tinha sete anos e, no início, fiquei fascinada com aquele labirinto que me aparecia aos olhos, mas que, na verdade, não condizia espacialmente com o que via. Algumas paredes eram de vidros, outras de espelhos. Sua disposição era tal que não me via refletida, a menos que encostasse a mão neles. Algumas vezes me questionei sobre o truque que estava por trás daquela incapacidade minha de compreender o espaço do labirinto e, por três vezes, refiz o percurso. Notei que, se olhasse para o chão, poderia facilmente descobrir o caminho, pois constatei que não eram muitos, contanto que eu reconhecesse as bordas dos vidros e espelhos. Quebrou-se o encanto. Por minha pouca idade, não consegui ir além em minhas reflexões, mas pude perceber que os vidros e espelhos contribuíram para criar na minha imaginação uma realidade espacial inexistente, em que a realidade material na qual eu vivia servia de subsídio para a concretização daquela realidade híbrida".

Porém, não é só nos mitos que o imaginário coletivo se manifesta com a compreensão da possibilidade de existência de realidades virtualizadas por trás de superfícies.

A história da Branca de Neve, dos irmãos Grimm, também mostra ao público infantil o espelho como uma interface de realidade. A bruxa má conversa e interage com ele; trata-se de uma entidade real em um mundo virtualizado. No entanto, especula-se o sentido simbólico do espelho como um encontro da bruxa consigo mesma. Seja para criar uma outra realidade por trás do espelho, seja para refletir a própria realidade, essa ambigüidade aparece na história dos irmãos Grimm como estratégia destinada a provocar uma confusão mental sobre o que é real e o que é virtual.

Fig. 4.30 – Bruxa e o Espelho Mágico. História da Branca de Neve e os Sete Anões dos irmãos Grimm, produzida por Walt Disney. Fonte: Walt Disney Art Classics, Disney.Co.

Além dessas manifestações na cultura ocidental, o espelho encontrou o seu lugar na composição do espaço arquitetônico. Refletir um espaço faz com que este se duplique na percepção e invariavelmente tal propriedade tem sido utilizada para distorcer a percepção das dimensões físicas do espaço, criando ilusões de espaços maiores e compondo espaços reais acrescidos de espaços virtuais.

E por que o espelho promove tamanha ilusão visual?

Em primeiro lugar, o grau de absorção da luz pelo espelho é tão pequeno que a diferença entre a luminosidade real e a refletida não é notada. Assim, os estímulos visuais do ambiente, como

os provenientes do espelho, são muito similares, impedindo a diferenciação do limite entre o espaço material e o espaço refletido.

A visualização do limite do espelho, bem como a compreensão de sua composição no espaço arquitetônico, são informações que permitem organizar a compreensão do que, no campo visual, está no espaço real e do que está virtualizado na imagem refletida.

Essa situação aparece no quadro de Jan Van Eyck, *O casamento de Arnolfini*² (1434).

Fig. 4.31 – O casamento de Arnolfini. Jan Van Eyck, 1434.
Fonte: Gombrich, 1995.

Fig. 4.32 – Detalhe da imagem refletida pelo espelho.
Fonte: Gombrich, 1995.

No espaço representado, o espelho aparece no espaço arquitetônico como uma superfície de reflexão. A sua dimensão e a forte delimitação de seu contorno eliminam qualquer confusão na diferenciação entre o que é estímulo visual proveniente de objetos reais e o que é imagem refletida. Em segundo lugar, o espelho convexo representado distorce a imagem refletida,

² Em visita de pesquisa à *National Gallery* de Londres, realizada em setembro de 2005, analisamos a relação entre o espaço no qual o quadro se insere e o espaço representado no quadro. (explicação da autora).

sendo essa distorção mais um indício de que aquela imagem não pretende enganar os olhos, mas sim reforçar-se como reflexo.

A disposição frontal do espelho duplica os objetos da cena, possibilitando a visualização simultânea do objeto representado e de sua imagem refletida. O pintor aparece no reflexo do espelho, **permitindo-nos deduzir sua presença como testemunha daquele momento.**

No espelho ao fundo do quarto, vemos toda a cena refletida por trás, e aí, assim parece, também vemos a imagem do pintor e testemunha... Pela primeira vez na história o artista tornou-se testemunha ocular perfeita, na mais verdadeira acepção da palavra... Em sua tentativa de traduzir a realidade exatamente como se apresenta aos olhos, Van Eyck, assim como Masaccio, tinha que renunciar aos padrões aprazíveis e às curvas fluentes do estilo gótico. (GOMBRICH, 1999, p.243)

O paralelo com Masaccio também pode ser estabelecido pelo uso do recurso escrito, a fim de firmar uma comunicação com o observador. Masaccio dirige-se ao observador da obra com a inscrição: “Eu fui aquilo que você é. Você será o que eu sou”. Jan Van Eyck usa a estratégia de deixar sua marca testemunhal na assinatura que faz (Fig. 4.32): ele não só assina o quadro como também a contextualiza no espaço representado na pintura. Portanto, acima do espelho representado, escreve: “Jan Van Eyck esteve aqui” (GOMBRICH, p.243), com isso estabelecendo uma comunicação com o observador que não é só verbal e ainda transportando sua presença para dentro do espaço virtual³ do quadro. Em vez de se apresentar como uma assinatura sobre o dispositivo de informação, a própria assinatura é estrategicamente posicionada para criar um vínculo cognitivo com o espaço representado.

Podemos, embora ainda primariamente, fazer uma analogia entre o quadro de Jan Van Eyck e alguns aspectos da videoconferência:

³ Virtual no sentido utilizado anteriormente.

- 1) O protagonista e o observador estão em ambientes distintos – espaço físico e espaço representado –, e conectados por uma interface de comunicação;
- 2) Há mensagens verbais que são transmitidas de um espaço a outro;
- 3) Existe uma comunicação estabelecida entre os participantes do espaço real e do representado: os protagonistas e os observadores mantêm uma relação de frontalidade um com o outro.

Portanto, apesar de não haver, na época em que o quadro foi pintado, tecnologia para concretizar a comunicação por videoconferência, já existia, assim como em Masaccio, o reconhecimento do potencial de uma interface inserida no espaço, como um dispositivo de informação.

O espelho como interface no espaço

Dependendo da organização da superfície reflexiva e dos objetos no espaço, podemos nos enganar confundindo-nos sobre a posição real desses objetos.

Uma vez que o espelho reflete imagens do mundo real, tudo o que nos aparece no campo visual acreditamos referir-se a um objeto real. Entretanto, podemos receber estímulos visuais provenientes diretamente dos objetos ou de reflexões provocadas por espelhos. Como não identificamos os limites das superfícies reflexivas, tendemos a receber as informações visuais como provenientes dos próprios objetos, de tal forma que não conseguimos de fato saber se o que vemos corresponde verdadeiramente à real organização dos objetos no espaço.

Verifiquemos uma situação em que um corredor nos aparece conforme a figura abaixo:

Fig. 4.33 – Espaço físico **construído** com espelho a 45 graus no final do corredor.
Fonte: Desenho e análise da autora, 2005.

Fig. 4.34 – Espaço **percebido** pela reflexão do espelho. Percepção duplicada do tamanho do corredor.
Fonte: Desenho e análise da autora, 2005.

Caso não seja possível identificar a superfície do espelho por meio de reflexos, sujeira, percepção de seus limites, identificação das fontes luminosas, o corredor nos parecerá com tamanho duplicado.

Um outro recurso de uso de espelhos para manipular a realidade visual foi encontrado em visita ao Museu de Ciências, em Londres, onde uma instalação mostra a visualização de dois ambientes que se sobrepõem⁴. É óbvio que os ambientes não ocupam o mesmo espaço físico. Porém, alternadamente os visualizamos em um mesmo espaço percebido. Esse estímulo visual foi conseguido com o planejamento do espaço físico para comportar os dois ambientes e oferecer o estímulo visual ao observador em uma determinada posição do espaço.

⁴ Visita realizada pela autora em setembro de 2005, como parte da investigação desta tese.

Um vidro a 45 graus do observador foi revestido com uma película espelhada que, se iluminada pela frente, funcionava como espelho e, se iluminada por trás, como vidro transparente. Alternadamente as luzes dos dois ambientes acendem e apagam, e a informação visual oferecida ao espectador é de dois objetos ocupando o mesmo espaço arquitetônico. O que ocorre é apenas uma sobreposição óptica de objetos reais e refletidos que, em um jogo tecnológico, dá a impressão de que os dois objetos ocupam o mesmo espaço físico.

Fig. 4.35 – Observador vendo ambiente **A** iluminado.
Fonte: Desenho e análise da autora, 2005.

Fig. 4.36 – Observador vendo ambiente **B** (iluminado) através de sua reflexão no espelho. O Ambiente **A** ocupa o espaço físico, porém não é visualizado. O ambiente **B** ocupa o espaço virtual e é percebido como se ocupasse o espaço físico de **A**.
Fonte: Desenho e análise da autora, 2005.

Esses efeitos ópticos são possíveis, em primeiro lugar porque – diferentemente das pinturas murais –, os espelhos reproduzem um mundo tridimensional para a visão estereoscópica. Ao olharmos um objeto pelo espelho, recebemos estímulos visuais diferentes em casa olho, de modo análogo ao que acontece com a visão natural do mundo tridimensional. Assim, um dos indicadores binoculares de profundidade fica preservado.

Fig. 4.37 – Visão binocular de imagem refletida pelo espelho.
Fonte: Desenho e análise da autora, 2005.

Em segundo lugar, ocorrem porque a compreensão de que a imagem é espelhada se dá, principalmente, pelo reconhecimento duplicado dos objetos – objetos vistos ao mesmo tempo no espaço real e na imagem refletida –, bem como na visualização da superfície de reflexão. Quando se suprimem esses três indícios básicos, a percepção está pronta para ser enganada.

Por outro lado, a compreensão do posicionamento da fonte luminosa que incide no objeto também constitui informação relevante para o entendimento do contexto espacial. Se um objeto está recebendo luz do sol, é improvável que receba luz de direções opostas. Assim, a menos que um jogo de espelhos faça um redirecionamento da iluminação, todos os raios luminosos do sol têm o mesmo ângulo de incidência. Portanto, caso o espaço percebido da Fig. 4.34 receba por suas aberturas iluminação natural, a inversão da localização da fonte de luz no corredor percebido é um indício de que o espaço visualizado apresenta uma incoerência. Isso provoca um questionamento sobre a verdadeira organização espacial daqueles objetos apresentados no campo visual.

A singularidade do poder do espelho de mudar a direção do raio luminoso com uma perda de intensidade imperceptível permite sua manipulação para compor o campo visual.

Uma possibilidade é a utilização de espelhos a fim de criar efeito estereoscópico a partir de duas imagens bidimensionais. Individualmente, a imagem recebida por cada olho é um estímulo único, “bidimensional”.

Na visita realizada ao museu Camera Obscura de Edimburgo, em setembro de 2005, observamos uma instalação que usa esse princípio: um único espelho desvia o raio luminoso de uma imagem para que atinja um dos olhos, permitindo a visualização tridimensional a partir de duas imagens bidimensionais ligeiramente diferentes, tomadas a uma distância equivalente à distância dos olhos.

Fig. 4.38 – Composição de imagens e espelho a 45 graus para produção de efeito estereoscópico. Museu Camera Obscura – Edimburgo.
Fonte: Foto da autora, 2005.

Fig. 4.39 – Visualização do efeito estereoscópico.
Fonte: Foto da autora, 2005.

Esse princípio foi explorado desde o final do século XIX, e outros dispositivos foram propostos naquela época para resolver o problema do estímulo estereoscópico.

Apesar de toda a febre do estímulo estereoscópico e do uso de espelhos, não se encontram exemplos de espaços arquitetônicos projetados com o objetivo de explorar a potencialidade

desse tipo de representação. Por ela, o espelho foi incorporado como superfície de reflexão do próprio espaço tridimensional, apenas.

O espelho na Arquitetura pode ser encontrado hoje, principalmente em três situações:

1. Para a composição do campo visual

No exterior das edificações, as superfícies espelhadas refletem o céu e a cidade, desmaterializando o próprio edifício. A imagem da paisagem refletida no espelho faz os objetos virtualizados na imagem ocuparem o espaço do edifício. Com isso, o edifício se esconde da cidade, não participando da composição de sua paisagem, mas deixando para seus vizinhos esse papel.

Fig. 4.40 – Chrysler Building – Nova York. Superfície espelhada, desmaterializando a fachada.
Fonte: Foto de Nick Dolding, Imagebank.

Essa propriedade reflexiva é explorada não só nos planos verticais, em empenas de edifícios como também no plano horizontal com o uso da água para a criação dos espelhos d'água.

A água, por gerar uma superfície plana horizontal, reflete raios luminosos. Isso permite que um observador de 1.80m de altura veja objetos refletidos na água. Tal propriedade da

superfície da água é explorada pela arquitetura. Dependendo da posição do observador, o edifício é refletido na água para a composição do campo visual. Assim, o Taj Mahal, que tem 57 metros de altura, demanda uma superfície espelhada mínima de aproximadamente 45 metros, para ser completamente visualizado na imagem refletida.

Fig. 4.41 – Taj Mahal – Índia. Espelho d’água projetado para refletir o edifício para a composição do campo visual. Fonte: Fotos de Steve Allen, Gettyimages – imagebank.com, acesso em 20 de abril de 2006.

Fig. 4.42 – Museu Oscar Niemeyer, Curitiba. A percepção do apoio é modificada pela reflexão do volume no espelho d’água. Fonte: Foto da autora. 2005.

Fig. 4.43 – Museu Oscar Niemeyer, Curitiba. Detalhe da reflexão do apoio no espelho d’água. Fonte: Foto da autora. 2005.

Nesses dois casos, a superfície espelhada reflete a imagem do objeto arquitetônico ou da paisagem, a fim de oferecer uma imagem refletida ao campo visual.

2. Para o redirecionamento da incidência da luz

Outra função do espelho d'água consiste em refletir os raios solares na superfície da água para que sejam redirecionados à construção, amenizando assim a intensidade dos raios refletidos pelo piso.

O espelho d'água, assim como o espelho plano, também é utilizado para redirecionar a incidência da luz. Encontra-se um exemplo desse princípio na cúpula *Reichstag*⁵ de Berlin, proposta por Norman Foster e concluída em 1999. Um jogo de espelhos na cúpula projetada pelo arquiteto direciona os raios solares para a sala do parlamento. Nesse caso, a imagem refletida não estava em questão, e os espelhos cumprem a função única de direcionamento luminoso.

Fig. 4.44 – Espelhos da cúpula do Reichstag que direcionam a luz do sol para dentro da sala do Parlamento.
Fonte: JODIDIO, Philip. **Sir Norman Foster**. Koln: Taschen, 1997, pg. 144 e edição da autora, 2005.

⁵ O *Reichstag* é a sede do Parlamento alemão, em Berlim.

Fig. 4.45 – Espelhos da cúpula do *Reichstag* que direcionam a luz do sol para dentro da sala do Parlamento.
Fonte: Foto da autora, 1999.

3. Para a ampliação do espaço percebido

Os espelhos são muito utilizados nos espaços internos para a ampliação visual do espaço arquitetônico, principalmente quando este tem dimensões restritas que provocam desconforto perceptivo. Eles ainda refletem imagens para compor o campo visual ou são posicionados para o direcionamento intencional da luz.

A sensação visual de um espaço maior é menos agressiva porque os limites do espaço percebido não estão mais na distância íntima, passando a ficar no limite da distância social. Essa situação é observada nos banheiros de avião, cabines de navios e elevadores, que são espaços mínimos, muitas vezes enclausurados, determinados pela necessidade funcional física e técnica em detrimento das demandas psicológicas.

Fig. 4.46 – Elevador sem espelho e com duas pessoas. O espaço íntimo é invadido pela presença de outra pessoa no elevador e pela lateral deste.
Fonte: Desenho e análise da autora, 2005.

Fig. 4.47 – Elevador com espelho no fundo e duas pessoas. Na lateral do elevador, o limite visual do espaço encontra-se no espaço social. A sensação de desconforto é diminuída porque o espaço íntimo é invadido apenas frontalmente.
Fonte: Desenho e análise da autora, 2005.

Fig. 4.48 – Navio Empress of the Seas – Royal Caribbean. Cabine Smaller Oceanview - 9.85 m². Espelho estrategicamente colocado no lugar em que as pessoas ficam e destinado a ampliar a sensação espacial.
Fonte: Royal Caribbean International, acesso em setembro de 2005.

Fig. 4.49 – Representação do espaço interno da cabine.
Fonte: Royal Caribbean International, acesso em setembro de 2005.

Os espelhos, portanto, graças à sua capacidade e precisão de reflexão permitem que diversas estratégias de composição do espaço arquitetônico sejam usadas para atingir objetivos específicos na comunicação espacial.

A fotografia

Entre as técnicas de representação visual do espaço arquitetônico, está a fotografia, que surgiu no século XIX e permitiu o registro da imagem recebida em determinado ponto de observação. A visualização dessa imagem era possível desde os gregos, que já conheciam o fenômeno de formação da imagem quando a luz atravessa um pequeno furo:

Sabe-se, há pelo menos dois mil, anos que quando a luz passar por um pequeno orifício para um cômodo escuro, uma imagem invertida aparecerá na parede oposta ao furo (CRARY, 1990, p.27)⁶.

A partir do século XVII, a câmara escura foi amplamente utilizada para a visualização, em uma superfície bidimensional, da realidade visual tridimensional. Muitos artistas usavam esse recurso “fotográfico” para registrar em suas telas, as imagens “capturadas” da realidade.

Fig. 4.50 – *Camera obscura* – 1646.

Fonte: CRARY, Johnathan. **Techniques of the Observer**: On vision and modernity in the nineteenth century. Cambridge: MIT Press, 1990, p.39.

⁶ Trecho traduzido pela autora. Texto original: “It has been known for at least two thousand years that when light passes through a small hole into a dark, enclosed interior, an inverted image will appear on the wall opposite the hole” (Crary, p.27)

Entretanto, foi só no século XIX que surgiu o filme fotográfico e com ele o registro da luz diretamente em uma superfície bidimensional.

A aplicação do uso da fotografia como registro visual da realidade trouxe consigo limitações técnicas, como o tamanho reduzido, a granulação da imagem, a distorção dos contornos e a limitação de cores.

Para serem conseguidas, as primeiras fotografias exigiam um tempo de exposição muito longo (de algumas ou muitas horas). Portanto, o que era registrado não correspondia exatamente ao que era visualizado em determinado instante, mas ao conjunto de imagens visualizadas nesse intervalo de tempo. Assim, como Kubrusly (1991, p.37) observa:

A primeira fotografia – feita no verão de 1827 – mostra o quintal da casa de Nicéphore Niépce, em Chalonsur-Saône, França. Há nesta imagem um detalhe intrigante que pode passar despercebido ao observador apressado: a luz vem, simultaneamente, da direita e da esquerda, como se estivesse iluminada por dois sóis. A explicação é simples: segundo o próprio Niépce, a imagem foi obtida com uma exposição de oito horas. Assim, o sol iluminou um lado da cena pela manhã e à tarde, o outro: ninguém poderia ficar imóvel tanto tempo.

Isso mostra de que forma a representação visual foi influenciada pela limitação da tecnologia da época. Não só o conteúdo representado como também a forma representada (não se registrava a cor, somente a intensidade da luz, resultando em imagens branco e preto) eram reféns da tecnologia.

As limitações técnicas impunham também a restrição do tamanho à imagem final, de modo a fazer da fotografia um registro miniaturizado, bidimensional, sob um único ponto de vista, do mundo visual.

No entanto, o desenvolvimento da tecnologia permitiu o registro de um instante, abrindo possibilidades de novas observações impossíveis até então.

O congelamento do tempo na representação nos permite visualizar demoradamente aquilo que no mundo real não conseguimos ver, possibilitando a visualização de cada instante do movimento, o que muitas vezes é impossível a olho nu. Um exemplo do primeiro caso é a resposta à seguinte questão: os cavalos tiram ou não as quatro patas do chão ao correr? O estudo realizado por Eadweard Muybridge, no final do século XIX, mostrou que as pinturas da época, que mostravam os cavalos correndo com as quatro patas estiradas soltas do chão, eram representações equivocadas do que realmente ocorria e, em nenhum momento, constata-se de fato aquela posição representada no movimento dos cavalos.

Fig. 4.51 – Fotos de cavalos em movimento. Eadweard Muybridge, 1878.
Fonte: Stanford University of Art, 2005.

Assim, congelar o momento é uma forma de poder pensar e visualizar a imagem durante todo o processo de reflexão.

No que diz respeito ao registro do espaço arquitetônico, a miniaturização exigida pela fotografia modifica as relações perceptivas, pois o espaço natural visualizado ocupa completamente o campo visual, enquanto a fotografia miniaturizada ocupa uma porção muito pequena deste, aparecendo assim uma relação de figura e fundo de outra ordem, inexistente no estímulo visual natural.

A tecnologia fotográfica, apesar desta limitação, se desenvolveu no sentido de tentar ampliar cada vez mais o campo visual capturado, conseguindo nas imagens panorâmicas o registro pleno do campo visual horizontal (Fig. 4.52).

Fig. 4.52 – Panorama de Curitiba.

Fonte: Foto de Ricardo Toseto Ciquelero, 01 de abril de 2006.

Apesar disso, a fotografia tradicional abstrai o efeito estereoscópico e, assim como a pintura, ao capturar a imagem do mundo a partir de um único ponto de vista, deixa de levar esse efeito em consideração.

Entretanto, esses conflitos e limitações foram minimizados com o desenvolvimento de dispositivos de visualização que eliminam o ruído visual do ambiente. Com a visualização da imagem por um orifício e por um único olho, a fotografia pôde ser visualizada de modo a ocupar uma porção maior do campo visual. Como a utilização desse dispositivo propõe a visualização da imagem por um único olho, elimina o efeito estereoscópico, fazendo com que a visualização da imagem seja compatível com seu aspecto tecnológico monoscópico.

Fig. 4.53 – Dispositivo popular para a visualização monoscópica de uma foto, de forma a abarcar grande porção do campo visual levando o observador à cena.

Fonte: Desenho da autora , 2005.

Fig. 4.54 – Parte posterior do dispositivo.

Fonte: Desenho da autora, 2005.

Porém, com duas imagens bidimensionais, organizadas lado a lado a uma distância específica, é possível reproduzir o efeito estereoscópico do campo visual tomado de um ponto de vista. Esse recurso foi amplamente usado no final do século XIX e início do século XX com os estereogramas, que eram distribuídos em cartões postais. Com um pouco de prática e sem o auxílio de equipamento algum, tais imagens podem ser percebidas como tridimensionais.

Fig. 4.55 – Estereograma em Cartão Postal. Vista interna do escritório. Final do século XIX.
Fonte: Publicação de E&HT Anthony.

Muitos foram os estereogramas produzidos. Alguns até exigiam a utilização de um visualizador específico – o estereoscópio –, para que o olhar não se desviasse (Fig. 4.55). Esses dispositivos, assim como os monoscópios, eliminam o ruído da imagem visual proveniente do ambiente e imergem o observador na cena fotografada.

Fig. 4.56 – Dispositivo estereoscópico para a visualização de cartões postais, 1849.

Fonte: CRARY, Johnathan. **Techniques of the Observer**: On vision and modernity in the nineteenth century. Cambridge: MIT Press, 1990, p.121.

Hoje se lança mão também do recurso imersivo para a visualização de vídeos tridimensionais: com a utilização de óculos especiais, o observador recebe estímulos visuais estereoscópicos similares aos que teria se estivesse fisicamente dentro do espaço representado. Em Cabo Canaveral, na Flórida, o *Kennedy Space Center* da NASA mostra um vídeo sobre a estação espacial que possibilita essa experiência⁷.

Por seu próprio desenvolvimento tecnológico, a fotografia mostrou-se como uma imagem em tamanho reduzido, o que muito limitou seu uso na composição de espaços arquitetônicos.

Quando utilizada como instrumento decorativo, a fotografia sempre manteve seu caráter miniaturizado, raras vezes se incorporando à composição do espaço físico.

Recentemente, com o desenvolvimento de grandes formatos, abriu-se a possibilidade de utilizar a fotografia para compor espaços arquitetônicos com a relação espacial similar à encontrada nas pinturas murais que se apresentavam aos sentidos como uma interface entre dois espaços distintos.

⁷ Reconhecimento feito a partir de visita da autora ao *Kennedy Space Center* em Cabo Canaveral, na Flórida, em janeiro de 2005, como parte da investigação desta tese.

As designers alemãs Susanne Schmidt e Andréa Baum criaram uma linha de papéis de parede – single-tapete® –, que foi premiada⁸ e traz estampadas fotos de pessoas em tamanho natural, buscando, assim, atender à demanda psicológica de pessoas sozinhas e carentes de companhia.

Fig. 4.57 – As designers e um de seus papéis de parede single-tapete®
Fonte: <www.single-tapete.de>, acesso em outubro de 2005.

Nesse exemplo, há algumas variáveis presentes na imagem fotografada que contribuem para a integração perceptiva.

Em primeiro lugar, a figura humana disposta frontalmente, voltada para o espaço interno é um convite à interação do personagem representado e do espaço físico real. Com seu aspecto sereno, quase estático, o personagem não se propõe a falar, a interagir, mas tem atitude condizente com a postura de um ouvinte, o que está em sintonia com a restrição da tecnologia

⁸ Premiações: 1) DECO D'OR, Salon VIVE LA MAISON!, 05.-14. November 2004, Paris-France Preisgericht unter dem Vorsitz von PHILIPP STARCK. 2) Sonderpreis Wettbewerb "New Walls, Please", AS CrÉation 2002.

adotada para o movimento. Em segundo, o tamanho natural faz com que sua imagem ocupe a mesma porção do campo visual que uma pessoa real ocuparia. Em terceiro lugar, a fonte de luz que ilumina a fotografia é frontal, compatível com a fonte de luz do ambiente em que o papel de parede é inserido. Dessa forma, não se observa incoerência da fonte luminosa, contribuindo com a inclusão do personagem na cena.

Entretanto, é verdade que, colocado na parede de uma sala, o papel de parede fica a uma distância de observação em que o efeito estereoscópico da visão é bastante relevante. Assim, torna-se evidente a distorção visual de achatamento da imagem provocada pelo não-atendimento desse aspecto da visão, situação provocada pela limitação dessa forma tecnológica.

Em outro exemplo, o papel de parede foi usado para criar uma ambientação específica em uma loja em Frankfurt, na Alemanha.

Fig. 4.58 - Papel de parede single-tapete® em loja de Frankfurt, na Alemanha, 2004. A ambientação referencia elementos do papel de parede como artifício de integração perceptiva.

Fonte: <www.single-tapete.de>, acesso em outubro de 2005.

Nessa ambientação, utilizaram-se outros artifícios a fim de valorizar a composição do espaço que inclui o personagem virtualizado no papel de parede.

O tapete vermelho, igual em cor e textura ao representado, em posição adjacente à parede coberta pelo papel, sem que haja uma distância, cria a interpretação de continuidade. A disposição do tapete no sentido frontal ao plano do papel de parede delimita um espaço real que se subordina à representação. O posicionamento das duas cadeiras reais, iguais em cor e forma à cadeira fotografada, compondo um triângulo, cria um espaço perceptivo cujo centro é realçado pela mesa colocada entre ambas.

Assim como na pintura de Masaccio, tais imagens criam um elo perceptivo entre o espaço representado e o espaço físico natural.

Uma nova forma de comunicação modificou esse elo, criando novas relações perceptivas: o cinema.

O cinema

Desde o séc XIX, diversos foram os dispositivos para a visualização de cenas em movimento que mostravam a imagem miniaturizada. Com eles, a exibição das imagens em movimento acontecia em ambiente natural, ou seja, à luz do dia. Assim, o campo visual do espectador era composto pela informação visual do dispositivo, de seu conteúdo, e ainda de todo o ambiente no qual ele era inserido. Portanto, a informação visual da imagem em movimento aparecia em um contexto visual muito diverso, desvalorizando-a.

O dispositivo de projeção cinematográfica que foi desenvolvido posteriormente exigia uma sala escura para a exibição do filme. Tal fato influenciou substancialmente a percepção da imagem recebida, como observa Aumont (2005, p.26), sobre Lumière:

“Primeiro a ter compreendido que a produção de imagens animadas só tinha interesse em relação a um público, a uma sala, a uma projeção, a um dispositivo”

A imagem apresentada pelo cinema é bidimensional, fruto da reflexão de raios luminosos projetados sobre uma tela, em uma sala escura.

Nosso sistema visual possui dois tipos de células fotossensíveis: os bastonetes, que identificam a quantidade luminosa e regulação da abertura das pupilas, e os cones, responsáveis pela identificação das cores. Os cones exigem um estímulo luminoso mais acentuado para serem sensibilizados. Quando estamos em uma sala escura, nossas pupilas se expandem para receber mais luz, a fim de identificarmos os objetos. Na sala de cinema, o filme projetado chega aos olhos como raios luminosos que contraem as pupilas. Nessa situação, o restante da sala escura torna-se um ambiente impossível de ser reconhecido, aparentando ser mais escura ainda. Portanto, a imagem do cinema aparece sem uma relação de figura e fundo, pois este não existe, é nulo. Essa neutralidade do ambiente amplifica a sensação imersiva do espectador que encontra tal relação de figura e fundo nos objetos da cena do filme. É como se o espectador participasse do espaço do filme, pois a tela não existe mais.

Assim como a cúpula da igreja de Santo Inácio de Loyola em Roma, a superfície pintada não existe para a percepção, pois não é apreendida como um objeto. Isso faz com que as pinturas sejam percebidas como os objetos reais, apresentando a relação figura-fundo do mundo visual natural.

Há, porém, aí uma contradição – também encontrada nas pinturas que representam profundidade –, que diz respeito à relação existente entre distância dos objetos e estímulo da musculatura ocular para focá-los. Gibson (1974) relata que pessoas com deficiência visual em um dos olhos conseguem desenvolver a sensibilidade para determinar a posição em profundidade de um objeto, não só pelo seu tamanho relativo (quanto maior se apresenta ao campo visual, mais perto está), como também pelo estímulo da musculatura do olho para focar o objeto. Quando falamos da imagem da pintura ou do cinema, a representação está na tela, a uma determinada distância. Se o conteúdo representado mostra um objeto distante no espaço, há nessa situação, uma disparidade entre a distância esperada – determinada pelo contexto da imagem e das relações de sobreposição, tamanho relativo etc. –, e a distância informada ao cérebro pelo estímulo da musculatura ocular referente ao foco da imagem.

No tocante às dimensões da tela, o cinema buscou diversas soluções tecnológicas para amplificar a visualização da imagem no campo visual.

Até o início da década, a proporção da tela de projeção era de 4:3, ou 1.33:1. Em meados da década de 50, o padrão europeu foi determinado em 1.85:1 e o americano, em aproximadamente 1.75:1.

Para ampliar a tela de projeção, outra técnica – a do *Cinerama*, desenvolvida pelo fotógrafo Fred Waller –, exigia três canhões de projeção que, sincronizados, exibiam um terço da imagem cada um, em telas que se compunham em formato curvo.

Entretanto, o alto custo dessa produção fez com que outra técnica fosse usada para conseguir uma projeção em tela maior. Com o *Cinemascope*⁹, desenvolvido pelo francês Henri Chrétien em 1953, apesar de a imagem projetada ter proporção entre largura e altura de 2.5:1 era registrada em filmes de 35 mm e ampliada até o tamanho desejado por uma lente especial no momento da projeção.

Em 1955, Mike Todd desenvolveu um sistema com o qual conseguiu a projeção em tela larga com a utilização de um único projetor, e com a taxa de 30 quadros por segundo, inédita, até então, que eliminava a oscilação visual.

A ampliação da tela para abranger o campo visual alcançou seu limite horizontal nos panoramas do século XIX, que inspiraram as projeções em 360 graus. Em 1955, foi projetado na Disneylândia um filme em um espaço circular, no qual os espectadores ficavam em pé. As projeções se davam nas superfícies laterais, por meio de um sistema que utilizava nove câmeras de 35mm.

Apesar dos esforços voltados à ampliação do campo visual horizontal, pouco se fez até a década de 80 para a ampliação do campo visual vertical. Para tanto, o desenvolvimento do IMAX quebrou também o paradigma da superfície plana de projeção para a forma de uma casca. Assim como o *Cinerama*, que trazia na horizontal o desenho da curva para aumentar o alcance da imagem no campo visual, o formato esférico reproduz esse efeito também na vertical.

⁹ O estúdio de filmagem *Twentieth Century-Fox* adquiriu os direitos do *CinemaScope* e o introduziu em sua adaptação do best-seller "The Robe (1953)", do autor americano Lloyd C. Douglas. O sistema usava três trilhas de som estereofônico. Posteriormente, outros estúdios utilizaram a mesma técnica básica, com os nomes de *SuperScope*, *WarnerScope* e *Panavision*. No final da década de 50, quase todos os filmes lançados pelos principais estúdios destinavam-se à projeção em "Wide screen" e a maioria das salas de exibição estava equipada para apresentá-los. Fonte: Enciclopédia Britânica, 2005.

Fig. 4.59 – Corte esquemático da sala de projeção do IMAX, com 30 metros de diâmetro.
 Fonte: <www.howstuffworks.com>, acesso em 2005.

As dimensões e o formato da tela abarcam parte do campo visual do espectador. Olhando para o centro da tela, dependendo da posição deste na sala, o campo visual horizontal é completamente tomado pela imagem.

Hoje em dia, são diversos os sistemas de composição de planos para a projeção de imagens em grandes formatos, mas o que as tecnologias mais atuais agregam diz respeito ao efeito estereoscópico da imagem, compondo versões contemporâneas dos Panoramas do século XIX, que buscavam amplificar a comunicação pela consideração da relação ergonômica entre o usuário e o espaço.

O efeito estereoscópico

Como vimos anteriormente, já no final do século XIX buscava-se a reprodução visual estereoscópica com o uso de imagens distintas e espelhos. Entretanto, com o desenvolvimento

das tecnologias de reprodução cinematográfica, novas possibilidades se abriram para resolver tal questão.

A tecnologia mais eficaz até agora é a de projeção polarizada. Cada uma das imagens que compõe o campo visual do olho esquerdo e do direito é polarizada de forma diferente: uma com feixes verticais e outra com feixes horizontais. As imagens aparecem alternadamente, e óculos especiais filtram, em cada lente, os raios luminosos desejados. Portanto, em uma mesma tela são projetadas as imagens que irão para o olho direito e esquerdo; porém, com a utilização dos óculos, cada imagem será recebida unicamente pelo olho desejado.

Essa tecnologia permite a reprodução do efeito estereoscópico da visão. Assim, quanto mais perto o objeto nos parecer, maior será a distorção estereoscópica, ou seja, a disparidade binocular.

Quando essa imagem é apresentada ao espectador, as variáveis de disparidade binocular e de convergência binocular são reproduzidas. No entanto, ocorre aqui um fenômeno estranho: o espectador tenta focar um objeto inexistente; o estímulo da musculatura ocular, na tentativa de focar um objeto, é também um indicador de profundidade. Nesse caso, como o raio luminoso proveniente do objeto é constante qualquer que seja o estímulo da musculatura ocular, é impossível focar o objeto. Assim, existe um conflito na relação causa-efeito referente à distância do objeto versus foco. Talvez isso influencie o fato de os espectadores ocasionalmente relatarem dores de cabeça quando assistem a exibições 3D.

Imaginemos que a tela está posicionada a cinco metros de distância. Se a disparidade binocular for pequena, nossa interpretação será de que o objeto estará a mais de cinco metros de distância, pois a disparidade binocular é um dos indicadores de profundidade. Ao aumentá-

la, o objeto nos parecerá cada vez mais próximo até “sair” da tela e coexistir em nosso espaço físico.

No entanto, há um limite para o tamanho do objeto mostrado, diretamente relacionado ao tamanho da tela de exibição. Quando o objeto do filme, por exemplo, uma abelha, se aproxima de nós, o fenômeno de constância perceptiva, explicado pela teoria da Gestalt e descrito por Gibson (1974, p.23), explica por que, apesar de o objeto ocupar uma porção muito maior de nosso campo visual, não acreditamos que esteja aumentando de tamanho, e sim que ele está se aproximando.

Este termo (Constância perceptiva¹⁰) significa que os objetos (ou percepções) mantêm sua identidade, tamanho, cor e forma objetivos, a despeito das variações nas imagens às quais correspondem os objetos que se apresentam à retina. Apesar de a imagem na retina ser um indicador precário de sua forma objetiva (ou de dar essa impressão, pois mudava de um aspecto para outro, conforme o observador se deslocava), a percepção continua de acordo com sua forma objetiva. Em resumo, ela tende a ser constante”¹¹

A aproximação do objeto tem um limite máximo bem definido, relacionado ao ângulo que a tela abarca de nosso campo visual. O curioso dessa tecnologia é que, se usarmos os óculos polarizadores, poderemos ver o objeto “pequeno” bem à nossa frente e, se tiramos os óculos, ele se tornará grande, ocupando toda a tela de projeção. Isso se deve justamente ao fato de o que aparece na tela não passar de uma projeção de nosso campo visual.

¹⁰ Anotação da autora.

¹¹ Trecho traduzido pela autora. Do original: “By this term was meant the fact that perceptions, or phenomenal objects, kept their identity and their objective size, shape, and color despite variations in the retinal images with which they corresponded. Although the retinal image was a poor indicator of objective shape (so it seemed, inasmuch as it changed from one aspect to another as the observer moved) the perception was nevertheless in good agreement with the objective shape. In short, it tended to remain *constant*.”

Fig. 4.60 – Imagem projetada do objeto na tela e imagem percebida no sistema de projeção com feixes polarizados e utilização de óculos com lentes polarizadoras.
Fonte: Desenho e análise da autora, 2006.

Para o objeto aparecer mais próximo, sua imagem deve sair do plano de projeção da tela. A limitação técnica da aproximação é atribuída ao fato de que, quanto mais perto o objeto nos parece, maior porção de nosso campo de visão ele ocupa.

Como a imagem do objeto precisa ser projetada na tela, existe um limite para o tamanho e a aproximação do objeto que é dado pela própria limitação do tamanho da tela.

Essas imagens, apesar de se oferecerem tridimensionalmente, provêm da projeção única sobre a tela. Assim, cada espectador tem a mesma visão do objeto, independentemente de sua posição. Um espectador posicionado do lado esquerdo do teatro tem a mesma visão do objeto que o espectador tem no canto direito, como se o objeto estivesse na sua frente. Ao mover a cabeça para um lado e para o outro, o objeto visto também se move, como se estivesse fixo em relação ao olho. Essa característica da tecnologia é um ruído de informação, pois quando vemos um objeto físico parado no espaço, ao movimentarmos a cabeça temos a visão de suas laterais.

Essa tecnologia, apesar de ter agregado informação espacial, o faz de forma distorcida, pois não leva em conta a posição espacial do ponto de observação. Entretanto, consegue informar detalhes com mais precisão, conforme aproxima o objeto dos olhos do observador.

Os sistemas muticanal tentaram resolver o problema da visão lateral do objeto, capturando imagens destes com múltiplas câmeras: Philips (7 vistas), *4D-Vision* (8 vistas) e *StereoGraphics* (9 vistas). Porém, as limitações técnicas restringem o ponto de observação, o que torna o sistema eficiente para um número mínimo de observadores e, por isso, não se aplica às salas de projeção, ficando restrito aos monitores de computador. No entanto, continua a busca de novas alternativas tecnológicas para ampliar a acuidade da informação visual.

Alguns shows cinematográficos utilizam a terminologia 4D para designar suas apresentações. Às três dimensões do espaço físico é acrescentada a dimensão sensorial do tato, com efeitos especiais como balanço de poltronas¹², fumaça¹³, água¹⁴, atores reais¹⁵, e outros artifícios¹⁶ destinados a produzir sensações táteis compatíveis com o conteúdo mostrado no filme, a fim de que o espectador se envolva completamente, inserindo-se espacialmente inclusive, no enredo do filme.

¹² Visita da autora ao show *Terminator 2: Battle Across Time* – Universal Studios, Orlando, FL. *Honey, I Shrunk The Audience* – EPCOT Center, Orlando, FL, janeiro de 2005.

¹³ Visita da autora ao show *Terminator 2: Battle Across Time* – Universal Studios, Orlando, FL, janeiro de 2005.

¹⁴ *Shrek 4D* – Universal Studios, Orlando, FL, janeiro de 2005.

¹⁵ *Terminator 2: Battle Across Time* – Universal Studios, Orlando, FL; *Muppet Vision 4-D* – MGM Studios. Orlando, FL, janeiro de 2005.

¹⁶ *Shrek 4D* – Universal Studios, Orlando, FL. *Muppet Vision 4-D* – MGM Studios. Orlando, FL (efeitos especiais com bolhas de sabão), janeiro de 2005.

Desenho Animado

A tecnologia do cinema se baseou na reprodução e re-elaboração de imagens da vida real. Entretanto, a produção de desenhos animados, iniciada antes mesmo do advento do cinema com dispositivos como o *phenakitiscopes*¹⁷ (1832) e o *zootrope*¹⁸ (1834), possibilitou a criação total das imagens em movimento que nos aparecem. Ao longo de sua história, estratégias foram elaboradas para comunicar sobre o espaço da história, considerando nossa percepção de espaço a partir dos estímulos visuais.

Em um primeiro momento, o espaço era representado apenas pela expressão gráfica do desenho. Assim, os problemas de representação enfrentados eram similares aos da pintura.

Walt Disney, em 1937, apresentou o desenho animado *The Old Mill*, no qual utilizou um sistema de representação de profundidade de múltiplos planos, desenvolvido em conjunto com Ub Iwerks. Em uma mesa especial, as imagens da cena eram distribuídas em planos preestabelecidos, a uma distância uns dos outros. Essa técnica permitia que se variasse a velocidade de deslocamento dos objetos nos diversos planos, simulando o efeito de paralaxe de movimento descrito por Sternberg (2000), no qual objetos mais próximos movem-se rapidamente em nosso campo visual, enquanto os mais distantes movem-se mais lentamente. Tal fato é descrito por Gibson (1974, p.120), em detalhe:

¹⁷ Desenvolvido pelo cientista belga Joseph Plateau, o *phenakitiscopes* era composto por um disco com aberturas específicas. No verso do disco, eram dispostos os desenhos das imagens em sequência, formando uma animação. Olhando contra um espelho, é possível girar o disco e perceber o efeito da animação. (explicação da autora)

¹⁸ O Zootrope é um tambor giratório em torno do qual, na superfície interna, encontram-se os desenhos dos quadros da animação. Ao ser girado, os quadros nos parecem animados. (explicação da autora)

Considerando o terreno como é visto em um plano diante de nossos olhos, a velocidade com que cada elemento ou objeto se move é inversamente proporcional à sua distância do observador, como constatou Helmholtz¹⁹.

A busca da fidelidade visual nos desenhos animados ficou evidente quando os irmãos Max e Dave Fleischer, considerados os principais rivais de Walt Disney nos anos 30, desenvolveram a técnica chamada *rotoscoping*, segundo a qual se faziam tomadas de cenas do cotidiano e, a partir delas, elaborava-se o desenho.

Na Europa, no início do século XX, a técnica de animação mais utilizada era o *stop motion*, que consistia em fotografar quadro a quadro objetos inanimados para que dessem a impressão de movimento. Esse princípio, por ter natureza fotográfica, está sob o paradigma da fidelidade visual entre o mundo visível e a imagem apresentada, considerando o desenho animado como a reprodução visual de um ponto de observação, tal como ela se apresenta aos olhos.

Com os recursos de computação gráfica, os desenhos animados atingiram um novo patamar no tocante à questão espacial. Até então, o espaço era representado e criado a partir de técnicas bidimensionais, tentando-se por meio dos indicadores ergonômicos de percepção espacial, comunicar o espaço da história.

Toy Story (1995) revolucionou a representação do espaço, pois nesse desenho os objetos se movimentam livremente e a câmera funciona com todas as variáveis de uma câmera cinematográfica. O desenho animado por computação gráfica, assim como o cinema, mimetizou o mundo visual e, também como ocorreu no cinema, aspectos ergonômicos da percepção espacial tentaram ser reproduzidos.

¹⁹ Tradução da autora. Texto original: "Considering the terrain as projected on a plane in front of the eye, the rate at which any element or object flows is inversely proportional to its physical distance from the observer, as Helmholtz noted." (Gibson, p.120)

Exemplo disso foi o desenvolvimento de animações 3D e 4D por computação gráfica que exploravam a possibilidade da visualização espacial em 3D dos objetos, invariavelmente levando os objetos para a frente e para trás, em uma brincadeira que trazia novos estímulos visuais artificiais à experiência sensorial.

As salas eram especificamente projetadas para exibir uma dessas animações 3D e 4D, pois exigiam efeitos táteis como o balançar das poltronas dos espectadores. Apesar disso, assim como nos desenhos animados tradicionais, o espaço representado integrava um mundo visual à parte do espaço físico da platéia. Há poucas exceções, encontradas em sua maioria em parques temáticos, em que a sala de projeção do filme fora exclusivamente preparada para ele. Nesses casos, a percepção do espaço representado e do espaço natural se integra, seja no sentido visual, sonoro ou semântico.

Um desses raríssimos exemplos é o show *Muppet Vision 4-D*²⁰, apresentado no *MGM Studios* de Orlando, na Flórida. Em alguns momentos da apresentação, objetos representados no filme estão estrategicamente posicionados de forma a parecer, à percepção, em uma composição com o espaço físico do teatro. A imagem abaixo ilustra essa questão, ao representar na cena do filme, as cortinas do teatro. As cortinas existem fisicamente e também são apresentadas na representação do filme.

²⁰ Visita do autor ao show *Muppet Vision 4D* em Orlando, FL, janeiro de 2005.

Fig. 4.61 – Imagem ilustrativa de divulgação do show Muppet Vision 4D da MGM Studios. Integração perceptiva do espaço do filme e do espaço da platéia.
Fonte: Disney Co, 2005.

Em outro exemplo, na atração *Turtle Talk with Crush*²¹ (2005), do *EPCOT Center*, uma tartaruga em computação gráfica conversa com as crianças. O show é totalmente interativo e usa computação gráfica com processamento de imagem em tempo real, de forma a permitir que a tartaruga interaja com o espectador como se fosse uma pessoa. O interessante é que ela se movimenta no espaço, para a frente e para trás e, embora a aproximação em close fosse tecnicamente possível, não ocorre nesse show,.

Fig. 4.62 – Imagem ilustrativa de divulgação do show *Turtle Talk* da *EPCOT Center*.
Fonte: Disney Co, 2005.

²¹ Visita da autora ao show *Turtle Talk* em Orlando, FL, janeiro de 2005.

Todas essas formas de oferecer o estímulo visual mostram diferentes soluções adotadas para amplificar a informação visual comunicada.

Assim, a herança das tecnologias de imagens poderá ser um recurso importante para a construção de uma proposta de interface de videoconferência que se baseia na transmissão de imagens e sons.

5. Proposta para Interface de Videoconferência

Como foi visto nos capítulos anteriores, a reunião realizada por videoconferência suprime informações, quando a comparamos com a reunião presencial. Por outro lado, as tecnologias eletrônicas possuem características que agregam valor à comunicação.

A fim de promover uma comunicação mais eficiente por videoconferência, proporemos – a partir da identificação dos ruídos da comunicação e da potencialidade das tecnologias eletrônicas –, critérios que devem ser atendidos por uma interface, para que uma reunião por videoconferência seja mais eficaz.

Devemos lembrar que o diagnóstico de ruídos foi realizado considerando-se as três instâncias de abordagem da Ergonomia: **a física, a psíquica e a cognitiva**. Além disso, o dispositivo de informação – os equipamentos de videoconferência –, realiza três processos que também são vulneráveis a ruídos: **a captura do estímulo**, **a transformação (processamento)**, e sua subsequente **reprodução** na outra sala de reuniões.

Consideraremos os estímulos e informações levantados no Capítulo III (Tabelas: 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5 e 3.6): os visuais, os sonoros e os provenientes de documentos físicos e eletrônicos. Para cada um dos estímulos, vamos propor um critério que a interface deverá seguir para a comunicação mais eficiente. Por fim, identificaremos, entre as tecnologias disponíveis, aquela que melhor atende ao critério definido, sugerindo assim uma alternativa tecnológica.

Este estudo não tem como objetivo estabelecer soluções tecnológicas destinadas a criar a percepção de realidade em uma reunião por videoconferência, mas atribuir e definir propriedades que as tecnologias atuais ou futuras devem ter, a fim de emular os ambientes de videoconferência sob a ótica da ergonomia.

Assim, uma vez consideradas essas propriedades, seriam criadas condições para a concretização de um espaço arquitetônico para uma reunião por videoconferência.

O campo visual

O desafio que se apresenta consiste em reproduzir o campo visual de 360 graus que temos na reunião presencial. No caso da videoconferência, a delimitação da tela e da abertura da lente da câmera (Fig. 3.3) restringe o campo visual. O posicionamento de um número maior de câmeras permitiria a visualização das áreas da sala até então ocultas, como mostram, por exemplo, as figuras a seguir:

Fig. 5.1 – Sala de videoconferência com duas câmeras, sem sobreposição de imagens. As áreas hachuradas representam o ângulo de abertura das câmeras 1 e 2.
Fonte: Desenho e análise da autora, 2006.

Na situação sugerida acima, a imagem mostrada na outra sala ainda é de um único ponto de vista. Independentemente de sua posição espacial, todos os participantes da sala **(B)**¹ vêem a mesma imagem.

Fig. 5.2 – Na reunião por videoconferência, todos os participantes da sala **(B)** vêem os participantes de **(C)** sob o mesmo ponto de vista.
Fonte: Desenho e análise da autora, 2006.

A fim de que a reunião por videoconferência seja análoga à reunião presencial, cada participante de **(B)** deve receber uma imagem diferenciada dos participantes de **(C)**, compatível com sua posição espacial.

Fig. 5.3 – Campo visual hipotético de um participante da reunião presencial.
Fonte: Desenho e análise da autora, 2006.

Fig. 5.4 – Campo visual hipotético de outro participante da reunião presencial.
Fonte: Desenho e análise da autora, 2006.

¹ Fig. 3.2 e Fig. 3.3.

Nas interfaces estudadas no Capítulo IV, esse problema foi abordado com enfoques distintos. As pinturas em superfície plana não apresentam solução para tal dificuldade. Como exemplo, o coro de San Satiro oferece uma discreta diferença nas imagens apresentadas aos usuários em posições distintas, por não se tratar de uma pintura sobre um plano, mas de um volume no qual a perspectiva distorcida simula um espaço com maior profundidade.

Já nos panoramas, esse problema foi minimizado pela própria configuração espacial da interface. Conseqüentemente, dependendo da posição do observador, a imagem recebida é diferente.

Em outra interface, no cinema 3D, o espectador recebe duas imagens que compõem a percepção de objetos tridimensionais. No entanto, todos os espectadores, independentemente de sua posição na sala, vêem a mesma imagem (se considerarmos a distorção desta, causada pela porção que a tela ocupa em seu campo visual – ver Fig. 3.22 e Fig. 3.23).

Assim, apesar dessas iniciativas para minimizar o problema, **nenhuma delas oferece uma solução completa.**

Sabemos que devemos partir do princípio de que cada participante da videoconferência receberá imagens individualizadas, que dependerão da sua posição na sala, da direção e do sentido do seu olhar. Entretanto, as tecnologias existentes ainda não se desenvolveram a ponto de atender a esse critério.

Proposta para o campo visual

Disponibilizar um campo visual semelhante ao do encontro presencial implica fazer a composição de seu conjunto, composto pelos personagens que nele aparecem e por seu pano de fundo – neste caso, as salas de videoconferência. Portanto, uma solução que aborde a sensação visual de um único espaço contribuiria para uma menor perda de informação na reunião por videoconferência.

Por isso, a interface deveria **ter a extensão de uma das paredes da sala**², permitindo, desse modo, um limite reconhecível entre o espaço da sala e o espaço representado e, ao mesmo tempo, o reconhecimento de um espaço único.

Fig. 5.5 – Interface proposta com toda a extensão da parede. Espaço físico versus espaço percebido.

Fonte: Desenvolvimento da autora, 2005.

A essa interface denominaremos *Parede de pixels*³ (*Pixel Wall*⁴), e ela se encontra sob o paradigma da interface plana. Isso por entendermos que uma proposta como essa seria mais bem adaptada aos ambientes empresariais já existentes.

² Nossa intenção não é propor uma solução técnica para o problema, mas definir as propriedades que essa interface deve ter para cumprir o papel da interface sugerida.

A interface deveria atender ainda à demanda de configuração de campos visuais distintos, dependentes da posição do participante no espaço, bem como da direção de seu olhar, compondo um campo visual único para cada ponto de vista.

A fim de possibilitar a criação de inúmeras alternativas de conformação do campo visual que considerem a posição e direção do olhar, propomos o desenvolvimento de um *pixel* volumétrico que seria composto por uma série de “*micropixels*”⁵. Cada *micropixel* emitiria um feixe luminoso em uma direção específica, de forma que só seriam vistos se estivessem alinhados com o olho de cada participante.

Fig. 5.6 – Vista frontal do esquema proposto para o *pixel* volumétrico composto por vários *micropixels*.
Fonte: Proposta e desenho da autora, 2006.

Fig. 5.7 – Vista lateral do esquema proposto para o *pixel* volumétrico da interface.
Fonte: Proposta e desenho da autora, 2006.

Fig. 5.8 – Esquema do detalhe da extremidade do *pixel* volumétrico (*micropixel*).
Fonte: Proposta e desenho da autora, 2006.

³ *Pixel* é definido como: “A menor unidade gráfica de uma imagem matricial, e que só pode assumir uma única cor por vez. É o tamanho ou extensão do *pixel* que determina o grau de resolução da imagem: quanto menor for aquele, maior será esta.” (Ferreira, 2004).

⁴ Termo definido pela autora.

⁵ Termo definido pela autora. Consiste em uma pequena haste que apresenta, em sua extremidade, um feixe de luz vermelha, verde e azul, podendo emitir luz de qualquer cor.

Cada haste do *pixel* volumétrico deve mostrar uma cor diferente, composta pela variação de intensidade de suas luzes vermelha, verde e azul (padrão RGB⁶). Com o *pixel* volumétrico colocado na interface, a posição de cada participante estabelece um ângulo de visualização de determinado *pixel*. Dessa forma, duas pessoas que olham para o mesmo *pixel* a partir de ângulos diferentes o vêem em cores distintas.

Fig. 5.9 – *Pixel* volumétrico proposto que deve emitir raios luminosos distintos (através de seus *micropixels*) em diversas direções, para serem vistos diferentemente pelos usuários 1 e 2.

Fonte: Desenho, análise e proposta da autora, 2006.

Nas figuras abaixo, ilustramos a situação em que um único *pixel* emite raios luminosos distintos em diferentes ângulos de emissão.

⁶ RGB - termo que define o padrão de cores primárias (Red – vermelho, Green – verde, Blue – azul) usado em equipamentos eletrônicos coloridos. (explicação da autora).

Fig. 5.10 – Ângulo de visão na posição do participante (2).
A cor visualizada do mesmo *pixel* é diferente da visualizada pelo participante (1).
Fonte: Desenho e análise da autora, 2006.

Fig. 5.11 – Ângulo de visão na posição do participante (1).
A cor visualizada do mesmo *pixel* é diferente da visualizada pelo participante (2).
Fonte: Desenho e análise da autora, 2006.

A determinação da cor de cada *micropixel* do *pixel* volumétrico seria feita a partir da captura da volumetria tridimensional dos objetos da reunião e da renderização⁷ da cor de cada *micropixel*, que dependeria de sua posição e ângulo na interface.

⁷ Neste trabalho, o termo *renderização* designa o cálculo matemático realizado por computador a partir de informações da geometria espacial da forma dos objetos, que visa a determinar a cor de cada *pixel* de uma imagem que simule a visão do campo visual de um determinado ponto de vista. Esse cálculo pode considerar a textura dos materiais, as luzes incidentes, as sombras que estas provocam, e ainda os efeitos de reflexão e refração.

- Legenda:
- 1 *pixel* volumétrico 1 da interface (ampliado para efeito ilustrativo);
 - 2 outro *pixel* volumétrico da interface;
 - A Raio luminoso proveniente do *micropixel* a 15 graus de inclinação, no *pixel* volumétrico 1;
 - B Raio luminoso proveniente do *micropixel* a -30 graus, no *pixel* volumétrico 1;
 - C Raio luminoso proveniente do *micropixel* a 60 graus de inclinação, no *pixel* volumétrico 2;
 - D Raio luminoso proveniente do *micropixel* a 0 grau de inclinação, no *pixel* volumétrico 2;

Fig. 5.12 – A Parede de Pixels, o *pixel* volumétrico e o campo visual proporcionado pela interface proposta.
Fonte: Desenho e análise da autora, 2006.

Cada participante da reunião recebe uma imagem, em seu campo visual, composta pelos feixes luminosos proveniente dos *pixels* volumétricos da interface. Um mesmo *pixel* volumétrico emite feixes luminosos de cores distintas – através de seus *micropixels* –, fazendo com que um mesmo *pixel* seja visualizado com cores diferentes por cada participante da reunião.

O conceito de regulação do ângulo do feixe luminoso já existe com a tecnologia lenticular, desenvolvida pela empresa *Lentech Korea*. Com uma lente colocada na frente de uma imagem devidamente preparada, os raios luminosos são redirecionados, oferecendo imagens diferentes para pontos de observação distintos.

Fig. 5.13 – Esquema de funcionamento da tecnologia lenticular.

Fonte: **3D LCD Technology** . Video Technology Magazine, set. 2004.

Apresentaremos uma alternativa tecnológica para cada critério que estamos propondo.

Alternativa tecnológica para o campo visual

Para a aproximação do campo visual com o uso de tecnologias existentes, propomos a captura, o processamento e a reprodução a seguir:

- 1) Captura: câmeras tradicionais, consideradas aos pares, comandadas por sensores posicionados nos óculos dos participantes da outra sala.
- 2) Processamento: cada par de câmeras oferecerá um estímulo visual para cada par de óculos dos participantes. A imagem que aparecerá em cada lente será renderizada considerando-se a posição dos participantes na sala;

- 3) Reprodução: as lentes dos óculos, feitas de *Smart Glass*, possibilitam a alternância de situação opaco e transparente. A lente pode ser ligada – para ver os participantes da outra sala –, ou desligada.

Percepção de detalhes e gestos corporais

Como vimos no Capítulo III, a percepção dos detalhes, como expressões faciais, fica reduzida na videoconferência pela miniaturização da imagem dos participantes (Fig. 5.2).

O cinema e a televisão resolveram esse problema com o recurso de aproximação (*zoom*), que também pode ser utilizado na videoconferência.

No entanto, devido ao tamanho limitado da tela, a visualização maior de um participante implica a supressão da visualização dos demais, podendo ainda provocar efeitos inconvenientes, como uma superexposição do participante da reunião, com a amplificação de seus sinais expressivos. Isso talvez seja indesejável, pois sutis demonstrações de nervosismo, por exemplo, podem denunciar um estado emocional que o participante não tencionava transmitir.

Fig. 5.14 – A visualização ampliada de um participante na reunião por videoconferência.

Fonte: Desenho e análise da autora, 2006.

Proposta para a percepção de detalhes e gestos corporais

A restrição da visualização da imagem se dá pelo tamanho limitado da tela. Uma proposta em analogia à reunião presencial exige uma interface que permita a visualização de todos os participantes em tamanho real. Essa idéia corrobora a *Parede de Pixels*, que propõe a interface para toda a extensão da parede.

Fig. 5.15 – A *Parede de Pixels*, que proporciona a visualização em tamanho natural dos participantes da reunião por vídeoconferência.
Fonte: Desenho e análise da autora, 2006.

Alternativa tecnológica para a percepção de detalhes e gestos corporais

A fim de ampliar a percepção de detalhes com o uso de tecnologias existentes propomos a captura, o processamento e a reprodução a seguir:

- 1) Captura: uso de câmeras de alta resolução para garantir a acuidade da informação;
- 2) Processamento: transmissão da informação;

- 3) O sistema *Power Wall* da empresa *Fakespace*⁸ exibe imagens em alta resolução em telas de grandes dimensões, que podem apresentar objetos em tamanho natural.

Percepção de Profundidade

Vimos que são diversos os indicadores da percepção profunda (tabela 3.1). Um dos mais importantes – que não é oferecido pelas tecnologias de videoconferência –, constitui o efeito estereoscópico. Como a distância entre os participantes de uma reunião está no limite em que a visão estereoscópica é importante para a determinação da profundidade, entendemos que a ausência desse indicador prejudica a comunicação.

Verificamos, no estudo apresentado no Capítulo IV, que as pinturas de superfície plana, como aquelas feitas por Masaccio, não apresentavam solução para tal problema. Na igreja de Santo Inácio de Loyola e na Capela Sistina, como vimos, a distância entre as pinturas e o observador é tal que a percepção de luzes e sombras torna-se mais relevante para a informação sobre o volume, do que a visão estereoscópica. Por isso, o problema causado pela ausência desta pôde ser minimizado, estimulando a percepção de profundidade apenas com o uso de luzes e sombras nas figuras pintadas.

Já os filmes 3D e 4D apresentam uma solução para isso, com o uso de óculos polarizadores destinados a oferecer imagens distintas a cada um dos olhos. Ainda no caso desses filmes, a

profundidade não se apresenta exatamente como no ambiente presencial, pois todos os participantes vêem a mesma imagem representada, e não há diferenciação entre o que é visto por quem está do lado esquerdo e por quem está do lado direito da sala.

Proposta para a percepção de profundidade

A proposta descrita no item *campo visual* deste capítulo atende também à visão estereoscópica, a partir de estímulos visuais provenientes de dois *pixels* diferentes.

Fig. 5.16 – Efeito estereoscópico possibilitado pela *Parede de Pixels*.
Fonte: Desenho e análise da autora, 2006.

Alternativa tecnológica para a percepção de profundidade

A fim de ampliar a percepção de detalhes com o uso de tecnologias existentes propomos a captura, o processamento e a reprodução a seguir:

- 1) Captura: uso de câmeras de alta resolução para garantir a acuidade da informação;

2) Processamento: transmissão da informação;

3) Reprodução:

- a. O sistema *Power Wall* da empresa *Fakespace* exibe imagens em alta resolução em telas de grandes dimensões que podem apresentar objetos em tamanho natural.
- b. Já foram desenvolvidas tecnologias de display que prometem a visualização tridimensional sem o uso de óculos polarizadores. O *SpexFree 3D Screens* da *Sunrise Eletronics* são os monitores denominados auto-estéreo, encontrados em tamanhos de até 20 polegadas. Ainda há, no entanto, restrição técnica para o aumento do tamanho desses dispositivos.

Profundidade - tamanho aparente

O desafio consiste em manter a relação distância versus tamanho aparente existente na visão natural, a partir da posição de cada participante no espaço. Assim, é necessário um sistema para o reconhecimento da posição de cada participante.

Proposta para a percepção de profundidade: tamanho aparente

Propomos uma tecnologia que possibilite o reconhecimento tridimensional vetorial de pessoas e objetos no espaço, um sistema de captura da posição de cada participante e a renderização

de imagens a partir da volumetria reconhecida para a determinação da cor de cada feixe luminoso do *pixel* volumétrico, considerando o seu ângulo de saída.

Lateralidade

Esse aspecto da visão se define pela possibilidade de movermos a cabeça para o lado e visualizar a lateral do objeto.

Nas interfaces estudadas no Capítulo IV, esse aspecto da visão natural foi abordado no coro da igreja de San Satiro, por apresentar-se como um volume no espaço. É interessante observar que, apesar de a necessidade existir, o artista não dispunha de outro recurso tecnológico para executá-lo senão manipular materialmente os objetos do espaço. Até mesmo nos filmes 3D esse aspecto é negligenciado. Neles, conforme movimentamos a cabeça para o lado, a imagem também se movimenta, mantendo-se sempre na frente do espectador. Portanto, em todas as interfaces planas estudadas, esse aspecto da visão é negligenciado.

Proposta para a percepção de lateralidade

A *Parede de Pixels* com *pixel* volumétrico permite, por ser sensível ao ângulo de visão, abranger os estímulos de lateralidade. Os feixes luminosos de ângulos e cores diferentes conteriam a informação de lateralidade.

Alternativa tecnológica para a percepção de lateralidade

A fim de preservar a percepção de lateralidade com o uso de tecnologias existentes propomos a captura, o processamento e a reprodução a seguir:

- 1) Captura: a tecnologia 4D permite que diversas imagens de um objeto sejam capturadas por sistemas de 7 a 9 câmeras;
- 2) Processamento: através de um processo de polarização da luz;
- 3) Reprodução:
 - a. Os sistemas multicanal, como o da *Philips* (7 vistas), o *4D-Vision* (8 vistas) e o *StereoGraphics* (9 vistas) permitem, conforme nos movimentamos para o lado, ver a lateral do objeto. Os monitores *4D-Vision* de 15” têm tecnologia de LCD e os de 50”, tecnologia de plasma.
 - b. Outra abordagem para esse problema é a utilização de monitores volumétricos que exibem a imagem tridimensional do objeto. Com eles é possível visualizar o objeto todo como um volume no espaço. A *Actuality Systems Inc* lançou, em maio de 2005, um monitor 3D de alta performance, o *Perspecta Volumetric 3D Display*, com ângulo horizontal de visão de 360° e ângulo vertical de 180°. O monitor mostra oito cores. Apesar disso, a limitação do tamanho do monitor inviabiliza sua utilização para a representação de pessoas em tamanho natural.

Movimentação do corpo

Na reunião presencial, a movimentação é livre na sala. Já na reunião por videoconferência (com os sistemas convencionais), há o limite de abertura da câmera que deve ser observado, além de existir a preocupação de não bloquear a visualização dos demais participantes. O desafio nesse sentido consiste em permitir a movimentação dos participantes por toda a sala.

Proposta para a movimentação do corpo

A solução do *pixel* volumétrico com cores estabelecidas a partir da renderização de informações sobre a geometria tridimensional dos objetos, por seu princípio de funcionamento, atende a essa demanda.

Fig. 5.17 – Com uma câmera convencional, o espaço filmado é restrito pelo ângulo de abertura da lente.

Fonte: Desenho e análise da autora, 2006.

Fig. 5.18 – Com a *Parede de Pixels* o espaço todo da sala é apresentado na outra sala de videoconferência, permitindo que qualquer movimentação dos participantes pela área seja vista.

Fonte: Desenho e análise da autora, 2006.

Alternativa tecnológica para a movimentação do corpo

A fim de preservar a liberdade de movimentação no espaço com o uso de tecnologias existentes, propomos a captura, o processamento e a reprodução de acordo com o item anterior.

Iluminação

A iluminação, natural ou artificial, é um elemento que faz parte do espaço, sendo importante para a visualização dos participantes e dos documentos de uma reunião. Assim, uma vez que a unificação do espaço percebido diminui o ruído de comunicação, é possível considerar a iluminação como fator integrador da percepção do espaço. Dessa forma, uma fonte luminosa na sala **(B)** deveria iluminar também a sala **(C)** e vice-versa.

A proposta deve, por conseguinte, incluir um sistema de integração luminosa. A luz natural deve vir da mesma direção, e toda a iluminação de uma sala de videoconferência deve provocar efeito de iluminação na outra sala, através da interface.

Fig. 5.19 – Interface proposta com toda a extensão da parede.
Fonte: Desenho e análise da autora, 2006.

Proposta para iluminação

Acrescentamos ao *pixel* volumétrico a propriedade de considerar, em sua cor, a iluminação das fontes luminosas da sala de origem, reproduzindo a direção da iluminação na sala de destino.

Fig. 5.20 – Raio luminoso capturado pelo *pixel* volumétrico em (B) e reproduzido em (C). O *pixel* volumétrico foi ampliado para melhor ilustração.
Fonte: Desenho e análise da autora, 2006.

Alternativa tecnológica para iluminação

- 1) Captura: com as câmeras tradicionais não há identificação das fontes luminosas.
- 2) Processamento: não há.
- 3) Reprodução: disponibilização de fontes luminosas para simular a interferência da iluminação da outra sala.

Ruídos visuais

Imaginemos que a interface proposta seja tão eficiente que não ofereça nenhuma distorção visual. Em uma reunião em videoconferência, os participantes da sala (B) veriam os participantes de (C) como se todos estivessem na mesma sala. Ao se movimentarem pela sala, os participantes da reunião provavelmente esbarrariam na interface ou até poderiam chocar o corpo contra a *Parede de Pixels*. Em uma situação de emergência, como no caso de um

incêndio, na qual o pânico toma conta das pessoas, isso pode significar perda de vidas. Nesse sentido, o ruído visual que nos permite identificar a superfície da interface é bem-vindo. É fundamental que a percepção não nos engane.

Tal ruído pode ser provocado pela imperfeição da imagem, pela poeira depositada na sua superfície, pela moldura que a acompanha (Fig. 5.17), ou ainda pela adição de uma marca ou sinal – algo parecido com as fitas que são colocadas em portas em vidros transparentes, criando a oportunidade de as pessoas as identificarem como interfaces sólidas. Seja qual for a estratégia escolhida para o reconhecimento da interface como uma superfície delimitadora do espaço físico, a segurança das pessoas no espaço ficará preservada.

Nosso desafio encerra, portanto, um paradoxo: **buscamos a acuidade máxima da transmissão da informação visual, mas devemos tomar cuidado para que a interpretação cognitiva do espaço físico não seja afetada.**

Proposta para os ruídos visuais

Propomos o ruído intencional da marcação da moldura da interface, estabelecendo uma relação de limite visual e preservando a integração perceptiva necessária dos espaços.

Contato reservado

Na reunião presencial, temos o contato reservado. É possível não só conversar em particular com o outro participante como também tocá-lo.

Na reunião por videoconferência, nenhuma dessas possibilidades existe, pois tudo o que é falado é deixado público, por haver somente um canal de comunicação por áudio. Além disso, os ruídos presentes na comunicação com o uso das interfaces atuais – redução da imagem, tempo de defasagem⁹ e outros –, dificultam o contato próximo, que fica restrito aos participantes de cada sala de videoconferência, porém não às duas salas.

Proposta para o contato reservado

A fim de atender a essa demanda, seria necessário um sistema de som que reproduzisse não só a intensidade como também a direção do som. Para tanto, cada *pixel* volumétrico deveria funcionar também como um microfone e um emissor de som, reproduzindo em cada *pixel* da sala **(C)** os sons proferidos em **(B)** nas suas intensidades e direções.

Alternativa tecnológica para o contato reservado

- 1) Captura: microfones individuais,
- 2) Processamento: um sistema de comutação no qual cada participante define quem da reunião poderá escutá-lo.
- 3) Reprodução: por fones de ouvido.

⁹ Esse tempo de defasagem é comumente conhecido como *delay*. (comentário da autora).

Fonte sonora

Em uma reunião presencial, cada pessoa é uma fonte sonora e sua voz é recebida pelos demais participantes, proveniente da localização na qual se encontra quem fala. Assim, os demais participantes recebem a informação sonora e a associam a uma posição no espaço.

Na reunião por videoconferência, o som de todos os participantes vem de uma mesma fonte sonora: a caixa de som. Em contraposição, na reunião presencial temos diversas fontes sonoras, cada uma em uma localização diferente.

O desafio é, portanto, perceber, na reunião por videoconferência, a proveniência do som de cada pessoa que fala.

Nas interfaces estudadas no Capítulo IV, o cinema e o desenho animado são as que oferecem informação sonora. Nelas se utilizam sistemas multicanal de captura e reprodução sonora, como o sistema DTS (*Digital Theater Systems*), o sistema *Dobly Digital* de seis canais ou o sistema SDDS (*Sony Dynamic Digital Sound*) com oito canais, o que permite uma espacialização do som muito mais fiel do que aquela obtida em uma interação natural.

Proposta para o reconhecimento da fonte sonora

Propomos a utilização de um sistema de captura que identifique a localização das fontes sonoras. No entanto, devemos reproduzir, na sala de destino, o som equivalente àquele proferido em uma sala de reuniões com as características da união das duas salas, como se a interface não existisse e o espaço da reunião fosse um único espaço físico com as dimensões da composição das duas salas (Fig. 5.5).

Essa possibilidade implica o desenvolvimento de um software específico que modifique o som capturado em uma das salas de reunião, para que, ao ser reproduzido na outra sala, simule o som que seria emitido em uma sala de reuniões com dimensões duplicadas.

Portanto, será necessário um processamento da informação sonora que compatibilize a informação espacial das duas salas, a fim de que o som recebido na sala **(B)** seja reconhecido na sala **(C)**, como proveniente de uma posição espacial específica.

Com a informação sonora digitalizada, o processamento de informação pode corrigir as eventuais distorções de percepção espacial. Para tanto, o ideal seria que o som de cada participante fosse capturado individualmente, com múltiplos microfones a fim de facilitar o processamento.

Com essa estratégia, a informação sonora da reunião por videoconferência se compatibiliza com as referências espaciais oferecidas pelo estímulo visual, tornando-se, desse modo, coerente com os princípios que Gibson (1976) propõe sobre a necessidade do reconhecimento da fonte sonora.

Alternativa tecnológica para o reconhecimento da fonte sonora

A fim de preservar a percepção da espacialidade sonora com o uso de tecnologias existentes, propomos a captura, o processamento e a reprodução a seguir:

- 1) Captura: O sistema *Sony Dynamic Digital Sound* com oito canais de som, permitindo a reprodução da espacialidade de uma sala em outra;
- 2) Processamento: transmissão da informação;

- 3) Reprodução do som: em oito canais: central, esquerdo, direito, esquerdo central, direito central, esquerdo *surround*, esquerdo *surround* e *sub-woofer*, na sala de destino.

Reverberação

O desafio reside em criar a percepção de reverberação como se as duas salas compusessem um único espaço físico.

Proposta para a percepção da reverberação

Propomos um sistema no qual a interface absorva toda a onda sonora que nela incida e que reproduza o som na outra sala. Cada *pixel* volumétrico da interface deve ser capaz de receber e absorver toda a vibração sonora que nele incidir.

Acrescentamos o processamento das informações por um software para que o som reproduzido na outra sala seja o equivalente ao som reverberado em um espaço físico, com as características da composição das duas salas.

Cada *pixel* da interface deve ser capaz de transmitir a vibração sonora equivalente ao *pixel* equivalente da outra sala.

Alternativa tecnológica para a percepção da reverberação

O sistema descrito no item anterior transportaria a reverberação de uma sala à outra. Entretanto, não levaria em conta o espaço da sala como se fosse a conjunção das duas salas de reunião.

Volume da voz

No encontro presencial, o volume da voz é determinado pelas características vocais de cada participante. Com o uso de tecnologias de comunicação, abrem-se possibilidades de manipulação do som, entre elas, o aumento e a redução do volume da voz.

Isso pode tanto compensar ruídos na comunicação como criar situações de desequilíbrio, nas quais alguns dos participantes têm a voz mais amplificada, de maneira a prevalecer sobre a dos demais.

Tecnologia proposta para o volume da voz

Propomos oferecer uma regulação automática, destinada a nivelar o volume das vozes dos participantes de uma sala com o volume do som recebido pelo aparelho, mesmo que haja o risco de desequilíbrio descrito anteriormente. Com o uso desse recurso, os níveis de voz entre os participantes de uma e de outra sala ficariam compatibilizados.

Sugerimos também o processamento das informações por um software para que o som reproduzido na outra sala seja o equivalente aos sons proferidos em um espaço físico com as características da composição das duas salas, mantendo a variação de volume dessa situação.

Cada *pixel* da interface deve ser capaz de transmitir a vibração sonora do *pixel* equivalente da outra sala. A regulagem do volume será feita por botões.

Alternativa tecnológica para o volume da voz

- 1) Captura: como no item “Alternativa tecnológica para o reconhecimento da fonte sonora”;
- 2) Processamento: como no item “Alternativa tecnológica para o reconhecimento da fonte sonora”;
- 3) Reprodução: regulagem do volume por controle na sala de destino.

Timbre de voz

A dificuldade de diferenciarmos timbres de voz em dispositivos de informação se dá porque estes reduzem a acuidade da informação, distorcendo-a. O desafio consiste, portanto, em eliminar a alteração da informação sonora pelo ruído dos sistemas de captura, processamento e transmissão.

Tecnologia proposta para o reconhecimento do timbre de voz

A fim de diminuirmos a perda de informação, propomos acrescentar redundância aos sistemas de captura, de processamento e reprodução. Dessa forma, a comparação das informações entre os dois sistemas redundantes permitiria a eliminação de ruídos.

Os sistemas espaciais e multicanal, por terem mais emissores de som, apresentam maior redundância, diminuindo a probabilidade de ruídos extravagantes.

Alternativa tecnológica para o reconhecimento do timbre de voz

- 1) Captura: em oito canais de som;
- 2) Processamento: transmissão em sistema redundante;
- 3) Reprodução: o sistema *Sony Dynamic Digital Sound* é registrado com redundância de informação.

Ruídos sonoros

Chuvas e trovoadas podem nos informar sobre as condições do tempo, influenciando nossa decisão de sair ou à rua ou não. No entanto, sons externos à reunião presencial, como o barulho de uma ambulância que passa pela rua, telefones que tocam, pessoas que conversam, são comumente indesejados.

O desafio nesse caso é transmitir somente os ruídos desejados, referentes às informações pertinentes à reunião.

Em uma reunião por videoconferência, esses ruídos sonoros podem ser filtrados para não serem comunicados à outra sala. Tal solução em nada depreciará a comunicação por se tratar de ruídos indesejados, não oferecendo contribuição alguma para a compreensão do contexto espacial.

Proposta para ruídos sonoros

Sugerimos que os ruídos sonoros não sejam comunicados, limitando a captura do som ao espaço da sala.

Documentos em papel

O desafio da utilização de documentos em papel em uma reunião em videoconferência consiste em preservar sua portabilidade. Quanto ao seu tamanho e potencial de distribuição, a tecnologia eletrônica agrega valor, permitindo tanto a manipulação do tamanho de visualização do documento como a distribuição rápida do documento a diversas pessoas.

Assim, uma vez que a informação em papel seja transformada em informação eletrônica, tais recursos oferecidos pela tecnologia poderão ser usados.

Proposta para documentos em papel

Os documentos em papel podem se destinar à discussão pública ou à visualização individual.

A fim de comunicar as informações de documentos impressos, propomos a utilização de câmeras ou *scanners*¹⁰ para a digitalização¹¹ dos documentos, de modo a serem transmitidos de uma sala à outra.

Uma vez em formato digital, é possível mostrar os documentos na própria interface e enviá-los a visualizadores portáteis a cada participante da reunião, permitindo assim a visualização coletiva – na interface –, e a individual.

Alternativa tecnológica para documentos físicos

- 1) Captura: por câmera ou *scanner*;
- 2) Processamento: transmissão da informação por rede ou Internet, individualmente ou para o grupo;
- 3) Visualização em monitor / televisor auxiliar e no papel eletrônico¹².

¹⁰ Termo em inglês que designa o “Periférico que realiza a transformação de imagens em dados digitais, geralmente na forma de uma matriz de pontos” (Ferreira, 2004)

¹¹ Digitalizar: “Converter (imagem ou sinal analógico) para o código digital, por meio de um *scanner* ou de uma mesa digitalizadora gráfica, ou mediante dispositivo de conversão de sinal analógico para digital.” (Ferreira, 2004).

¹² “O aparelho eletrônico é uma tela fina como uma folha de papel, com o tamanho aproximado de dois laptops. Ele gasta cem vezes menos energia do que um monitor de laptop comum. Com capacidade de armazenamento de 244 MB, o equipamento pode gravar um mês de jornais e mais 30 livros, de acordo com a agência Estado. A “tinta eletrônica” reproduz

Documentos eletrônicos

Outra forma de a interface ser reconhecida consiste em caracterizá-la com elementos específicos que não são encontrados no mundo físico. Por se tratar de uma interface eletrônica, ela apresenta um grande potencial nesse sentido. Assim, a visualização de documentos eletrônicos pode acontecer diretamente na interface, provocando um ruído desejado para a identificação da interface e também acrescentando informação eletrônica à reunião.

Proposta para documentos eletrônicos

Os documentos eletrônicos, por sua natureza, podem ser transmitidos por sistemas eletrônicos imediatamente para a outra sala.

Para a visualização coletiva, propomos o uso da interface como suporte.

Fig. 5.21 – Interface proposta com a apresentação de documento eletrônico.
Fonte: Desenho e análise da autora, 2006.

Entretanto, a fim de controlar a distribuição do documento, sugerimos que cada participante tenha um papel eletrônico, no qual receberá também uma cópia. Isso permitirá que cada um manipule a visualização do documento da forma mais conveniente para o bom andamento da reunião.

Caso o documento não se destine a todos, os participantes da sala de origem deverão usar algum dispositivo para definir quem receberá essas informações.

Alternativa tecnológica para documentos eletrônicos

- 1) Captura: desnecessária, pois o documento já está em formato eletrônico;
- 2) Processamento: transmissão por correio eletrônico ou comunicadores instantâneos, escolhendo assim os destinatários. Transmissão por sinal de vídeo para a visualização em monitor / televisor auxiliar na sala de destino;
- 3) Reprodução: em computador pessoal, na interface e/ou em papel eletrônico.

Objetos materiais

O maior de todos os desafios de uma reunião por videoconferência é transmitir informações sobre objetos materiais, que têm volume, textura e odor.

Imaginemos uma reunião em que o grupo da sala **(C)** apresenta um sabonete ao grupo da sala **(B)**. As informações visuais e sonoras podem ser transmitidas. Entretanto, as informações táteis e olfativas são ignoradas com os sistemas atuais. É preciso, no entanto, avaliar a relevância de tais informações.

Este trabalho não tem com objetivo abordar as questões relativas ao tato e ao olfato. Assim, abre-se a possibilidade de um estudo complementar sobre o tema para as reuniões que exigirem a comunicação dessas informações.

Considerações sobre as propostas

Apesar de as propostas de interface contidas neste trabalho estarem fundamentadas na tentativa de aproximar o caráter da comunicação de uma reunião em videoconferência ao de uma reunião presencial, a tecnologia permite novas formas de representação que inexistem na reunião presencial.

Esses recursos podem transformar a própria reunião, a forma pela qual as pessoas a vêem e como nelas se comportam. As novas possibilidades trazidas pela tecnologia recriam a forma de vermos e organizarmos o nosso mundo, e a maneira de interagirmos com ele determinará o nosso meio e a nossa produção.

INFORMAÇÕES VISUAIS			DESAFIO	PROPOSTA
ESTÍMULOS E INFORMAÇÕES	Campo visual		Reproduzir o campo visual 360 graus.	Capturar informações visuais, registrá-las como informações tridimensionais e reproduzir, a partir de cálculos, as cores dos micropixels do pixel volumétrico.
	Percepção de detalhes e gestos corporais		Reproduzir a imagem em tamanho real	Aumentar o tamanho da interface.
	Percepção de Profundidade		Reproduzir a visão estereoscópica	Oferecer estímulos visuais diferenciados para cada olho.
	Profundidade tamanho aparente	-	Manter a relação distância x tamanho aparente.	Oferecer a cada participante imagens que mantenham a relação tamanho aparente x distância para a sua posição no espaço.
	Profundidade movimento aparente	-	Manter a relação distância x movimento aparente.	Renderização de imagens a partir das informações tridimensionais
	Lateralidade		Reproduzir a percepção de lateralidade	O Pixel volumétrico possibilita essa reprodução.
	Movimentação do corpo	do	Permitir a movimentação dos participantes por toda a sala.	Renderização de imagens a partir das informações tridimensionais
	Iluminação		Integrar a iluminação das duas salas, de forma a uma ser influenciada pelas fontes de luz da outra. Simular o direcionamento dos feixes luminosos	O cálculo da renderização deve considerar as fontes luminosas no espaço e o impacto desta iluminação na outra sala de reuniões.
	Ruídos visuais		Definir os ruídos necessários e eliminar os indesejados.	A colocação de uma moldura na interface.

Tabela 5.1 - Estímulos e informações visuais - desafio e proposta conceitual.

Fonte: Análise e produção da autora, 2006.

INFORMAÇÕES VISUAIS				TECNOLOGIA PROPOSTA		
ESTÍMULOS E INFORMAÇÕES		CAPTURA		PROCESSAMENTO	REPRODUÇÃO	
Campo visual		Uma tecnologia que possibilite o reconhecimento tridimensional vetorial das pessoas e objetos no espaço.		Renderização de imagens a partir da volumetria conhecida, para a determinação da cor de cada <i>micropixel</i> do <i>pixel volumétrico</i> .	<i>Pixel Wall</i> com <i>pixel volumétrico</i> e utilização de um óculos especial que capture somente feixes luminosos perpendiculares à superfície do mesmo.	
Percepção de detalhes e gestos corporais		Idem		Idem	Idem	
Percepção de Profundidade		Idem		Idem	Idem	
Profundidade tamanho aparente		Uma tecnologia que possibilite o reconhecimento tridimensional vetorial das pessoas e objetos no espaço e um sistema de captura da posição de cada participante.		Renderização de imagens a partir da volumetria reconhecida para a determinação da cor de cada feixe luminoso do <i>pixel volumétrico</i> , considerando o seu ângulo de saída.	Idem	
Profundidade movimento aparente		Idem		Idem	Idem	
Lateralidade		Idem		Idem	Idem	
Movimentação do corpo		Uma tecnologia que possibilite o reconhecimento tridimensional vetorial das pessoas e objetos no espaço.		Renderização de imagens a partir da volumetria reconhecida para a determinação da cor de cada <i>micropixel</i> do <i>pixel volumétrico</i> .	Idem	
Iluminação		Idem		A cor de cada <i>micropixel</i> do <i>pixel volumétrico</i> é influenciada pela iluminação que recebe.	Principalmente na metade inferior do <i>pixel volumétrico</i> , cada parte do <i>pixel</i> emite uma luz que simula a iluminação proveniente das fontes luminosas da outra sala.	
Ruídos visuais		não há		não há	A colocação de uma moldura na interface.	

Tabela 5.2 - Proposta para os estímulos visuais.
Fonte: Análise e produção da autora, 2006.

INFORMAÇÕES VISUAIS				
ESTÍMULOS E INFORMAÇÕES	ALTERNATIVA TECNOLÓGICA DISPONÍVEL			OBSERVAÇÕES
	CAPTURE	PROCESSAMENTO	REPRODUÇÃO	
Campo visual	Câmeras tradicionais, considerada aos pares, comandadas por sensores posicionados nos óculos dos participantes da outra sala.	Cada par de câmeras oferecerá um estímulo visual para cada par de óculos dos participantes. A imagem que aparecerá em cada lente será renderizada considerando-se a posição dos participantes na sala.	As lentes dos óculos feitas de smart glass possibilitam a alternância de situação opaco x transparente. Pode ser ligada – para ver os participantes da outra sala – ou desligada.	Limitação da possibilidade de ver os participantes da sua e da outra sala simultaneamente.
Percepção de detalhes e gestos corporais	Câmeras de alta resolução.	transmissão da informação	O sistema Power Wall da empresa Fakespace exibe imagens em alta resolução em telas de grandes dimensões que podem exibir objetos em seu tamanho natural	
Percepção de Profundidade	Sistemas de vídeo 3D com 7 a 9 câmeras.	Polarização das diversas imagens	A imagem é transmitida com luz polarizada e filtrada com o uso de óculos polarizadores especiais.	
Profundidade tamanho aparente	- Câmeras tradicionais, considerada aos pares (um par para cada participante), comandadas por sensores posicionados nos óculos dos participantes da outra sala.	Ajuste da abertura de lente conforme o participante da outra sala se aproxima ou se distancia da interface, preservando a relação tamanho aparente x distância. (demanda criação de software específico)	As lentes dos óculos feitas de smart glass possibilitam a alternância de situação opaco x transparente. Pode ser ligada – para ver os participantes da outra sala – ou desligada.	
Profundidade movimento aparente	- Idem	Escolha de um ponto de vista e de uma abertura de lente que deprecie menos a relação tamanho aparente x distância.	Idem	
Lateralidade	Sistemas de vídeo 3D com 7 a 9 câmeras.	Polarização das diversas imagens	A imagem é transmitida com luz polarizada e filtrada com o uso de óculos polarizadores especiais.	
Movimentação do corpo	Sistemas de vídeo 3D com 7 a 9 câmeras. (captura restrita à abertura da lente das câmeras).	Idem	Idem	
Iluminação	Câmeras tradicionais. Não há identificação das fontes luminosas.	sem transmissão	Disponibilização de fontes luminosas para simular a interferência da iluminação da outra sala.	
Ruídos visuais	não há	não há	A colocação de uma moldura na interface	

Tabela 5.3 - Alternativa tecnológica para os estímulos visuais.
Fonte: Análise e produção da autora, 2006.

INFORMAÇÕES SONORAS			DESAFIO	PROPOSTA
ESTÍMULOS E INFORMAÇÕES				
Reverberação			Criar a percepção de reverberação como se as duas salas compusessem um único espaço físico.	Um sistema no qual a interface absorva toda a onda sonora que nela incida e que reproduza o som na outra sala.
Fonte sonora Posicionamento		/	Perceber a proveniência do som de cada fonte sonora.	Utilização de um sistema de captura que identifique a localização das fontes sonoras, reproduzindo na sala de destino, o som equivalente àquele proferido em uma sala de reuniões com as características da conjunção das duas salas.
Timbre de voz			Eliminar a alteração da informação sonora pelo ruído dos sistemas de captura, processamento e transmissão.	Quando possível, acrescentar redundância ao registro das informações para minimizar perdas.
Volume da voz			Agregar o que a tecnologia oferece enquanto diferencial: a possibilidade de aumentarmos ou diminuirmos o som.	Permitir que os participantes de uma sala regulem o volume geral do som da outra, preservando assim a hierarquia e a informação espacial dos sons proferidos.
Contato próximo			Preservar a reserva das conversas paralelas	Um sistema no qual uma pessoa possa conversar com outra sem que as demais escutem
Ruídos sonoros			Transmitir somente os ruídos desejados, referentes às informações pertinentes para a reunião	Limitar a captura do som ao espaço da sala.

Tabela 5.4 - Estímulos e informações sonoras - desafio e proposta conceitual.

Fonte: Análise e produção da autora, 2006.

INFORMAÇÕES SONORAS				TECNOLOGIA PROPOSTA	
ESTÍMULOS E INFORMAÇÕES		CAPTURE	PROCESSAMENTO	REPRODUÇÃO	
Reverberação		Cada pixel da interface deve ser capaz de receber e absorver toda a vibração sonora que nele incidir.	Processamento das informações através de um software para que o som reproduzido na outra sala seja o equivalente ao som reverberado em um espaço físico com as características da composição das duas salas.	Cada pixel da interface deve ser capaz de transmitir a vibração sonora equivalente ao pixel da outra sala que está na posição da interface com espelhamento vertical.	
Fonte sonora / Posicionamento		Um sistema que identifique a posição espacial das fontes sonoras.	Idem	O sistema de som deverá ser espacial, reproduzindo na segunda sala, o som espacial com a consideração das duas salas como um único espaço físico.	
Timbre de voz		Sistemas redundantes de captura.	Comparação das informações entre os dois sistemas e eliminação de ruídos.	Sistemas espaciais e multicanal, por terem mais emissores de som, apresentam maior redundância, diminuindo a probabilidade de ruídos extravagantes.	
Volume da voz		Um sistema que identifique a posição espacial das fontes sonoras.	Processamento das informações através de um software para que o som reproduzido na outra sala seja o equivalente aos sons proferidos em um espaço físico com as características da composição das duas salas.	Cada pixel da interface deve ser capaz de transmitir a vibração sonora equivalente ao pixel da outra sala que está na posição da interface com espelhamento vertical. Regulagem do volume por botões.	
Contato próximo		Cada pixel volumétrico deveria funcionar também como um microfone.	Transmissão	Cada pixel volumétrico funciona como um emissor de som, reproduzindo na em cada pixel da sala (C) os sons proferidos em (B) nas suas intensidades e direções.	
Ruídos sonoros		Limitar a captura do som ao espaço da sala.	Transmissão	Idem	

Tabela 5.5 - Proposta para os estímulos sonoros.
Fonte: Análise e produção da autora, 2006.

ESTÍMULOS E INFORMAÇÕES		ALTERNATIVA TECNOLÓGICA DISPONÍVEL				OBSERVAÇÕES
		CAPTURA	PROCESSAMENTO		REPRODUÇÃO	
Reverberação		Oito canais de som - sistema Sony Digital Sound	Dynamic	Transmissão	Reprodução do som em oito canais: central, esquerdo, direito, esquerdo central, direito central, esquerdo surround, esquerdo surround e sub-woofer.	Limitação da tecnologia existente por reproduzir o som da sala na outra, considerando o espaço físico de cada uma individualmente e não integrado.
Fonte sonora / Posicionamento		Idem		Idem	Idem	Idem
Timbre de voz		Idem		Idem	Idem	O sistema Sony Dynamic Digital Sound é registrado com redundância de informação.
Volume da voz		Idem		Idem	Regulagem do volume por controle na sala de destino.	
Contato próximo						
Ruídos sonoros		Oito canais de som - sistema Sony Digital Sound. Regulagem para a captura de sons pelo grau de sensibilização de cada microfones.	Dynamic	Idem	Idem	

Tabela 5.6 - Alternativa tecnológica para os estímulos sonoros.
Fonte: Análise e produção da autora, 2006.

DOCUMENTOS FÍSICOS			DESAFIO	PROPOSTA
ESTÍMULOS E INFORMAÇÕES				
Portabilidade			Transmitir a informação dos documentos impressos.	Documento filmado e sua imagem reproduzida na interface com a possibilidade de ser visualizado no papel eletrônico.
Tamanho			Agregar o que a tecnologia oferece enquanto diferencial: a possibilidade de aumentarmos ou diminuirmos o tamanho da imagem do documento.	Permitir que os participantes de uma sala possam regular o volume geral do som da outra, preservando assim a hierarquia e a informação espacial dos sons proferidos.
Distribuição			Agregar o que a tecnologia oferece enquanto diferencial: manipulação da informação eletrônica.	Permitir a visualização do documento por todos os participantes.

Tabela 5.7 - Estímulos referentes aos documentos físicos - desafio e proposta conceitual.
Fonte: Análise e produção da autora, 2006.

DOCUMENTOS ELETRÔNICOS			DESAFIO	PROPOSTA
ESTÍMULOS E INFORMAÇÕES				
Portabilidade			Portabilizar os documentos eletrônicos	Disponibilizar documentos eletrônicos tanto na interface como em papel eletrônico individual.
Tamanho			Agregar o que a tecnologia oferece enquanto diferencial: a possibilidade de aumentarmos ou diminuirmos o tamanho da imagem do documento.	Permitir que os participantes da outra sala regulem o tamanho de visualização dos documentos eletrônicos.
Distribuição			Agregar o que a tecnologia oferece enquanto diferencial: manipulação da informação eletrônica.	Permitir a visualização do documento por todos os participantes.

Tabela 5.8 - Estímulos referentes aos documentos eletrônicos - desafio e proposta conceitual.
Fonte: Análise e produção da autora, 2006.

DOCUMENTOS FÍSICOS	ESTÍMULOS E INFORMAÇÕES	TECNOLOGIA PROPOSTA		
		CAPTURA	PROCESSAMENTO	REPRODUÇÃO
	Portabilidade	Filmagem ou escaneamento do documento	Transmissão	Na interface e no papel eletrônico de cada participante, com dados recebidos no visualizador individual.
	Tamanho	Idem	Idem	Regulagem do tamanho e posição do documento mostrado na interface por meio de controles.
	Distribuição	Definição dos participantes da outra sala que receberão o documento. Filmagem e escaneamento do documento.	Idem	Distribuição em papel eletrônico flexível

Tabela 5.9 - Proposta para os documentos físicos.
Fonte: Análise e produção da autora, 2006.

DOCUMENTOS ELETRÔNICOS	ESTÍMULOS E INFORMAÇÕES	TECNOLOGIA PROPOSTA		
		CAPTURA	PROCESSAMENTO	REPRODUÇÃO
	Portabilidade	Não há. Já está em formato eletrônico.	Transmissão	Na interface e/ou no papel eletrônico de cada participante, com dados recebidos por sistema de ondas eletromagnéticas.
	Tamanho	Idem	Idem	Na interface e/ou no papel eletrônico de cada participante, com dados recebidos por sistema de ondas eletromagnéticas, com a possibilidade de regulagem de tamanho.
	Distribuição	Definição, por meio de um dispositivo, dos participantes da outra sala que receberão o documento.	Idem	Na interface e/ou no papel eletrônico de cada participante, com dados recebidos por sistema de ondas eletromagnéticas.

Tabela 5.10 - Proposta para os documentos eletrônicos.
Fonte: Análise e produção da autora, 2006.

DOCUMENTOS FÍSICOS	ESTÍMULOS E INFORMAÇÕES	ALTERNATIVA TECNOLÓGICA DISPONÍVEL			OBSERVAÇÕES
		CAPTURA	PROCESSAMENTO	REPRODUÇÃO	
	Portabilidade	Equipamento com uma câmera de vídeo que captura a imagem do documento ou escanerização.	Transmissão		Sinal reproduzido em uma tela auxiliar.
	Tamanho	Idem	Idem		Sinal reproduzido em uma tela auxiliar.
	Distribuição	Idem	Idem		Cada participante da outra sala tem um papel eletrônico, da empresa E-Ink, no qual visualiza os documentos enviados.

Tabela 5.11 - Alternativa tecnológica para os documentos físicos.
Fonte: Análise e produção da autora, 2006.

DOCUMENTOS ELETRÔNICOS	ESTÍMULOS E INFORMAÇÕES	ALTERNATIVA TECNOLÓGICA DISPONÍVEL			OBSERVAÇÕES
		CAPTURA	PROCESSAMENTO	REPRODUÇÃO	
	Portabilidade	Equipamento com uma câmera de vídeo que captura a imagem do documento ou escanerização.	Transmissão	Sinal reproduzido no papel eletrônico de cada participante ou em computador pessoal.	
	Tamanho	Idem	Idem	Sinal reproduzido no papel eletrônico de cada participante ou em computador pessoal com possibilidade de regulação de tamanho.	
	Distribuição	Idem	Idem	Sinal reproduzido no papel eletrônico de cada participante ou em computador pessoal.	

Tabela 5.12 - Alternativa tecnológica para os documentos eletrônicos.
Fonte: Análise e produção da autora, 2006.

6. Conclusão

Buscamos na comunicação o alívio para nossas ansiedades e o meio para promover nossas reflexões.

A evolução das tecnologias permitiu aproximar a comunicação à distância da comunicação presencial. Nesse caminho, várias interfaces – o espelho, as pinturas em perspectiva do Renascimento, as pinturas do Barroco, os panoramas do séc XIX, a fotografia, o cinema 3D e atualmente a videoconferência - destacaram-se pela tentativa de aproximar os estímulos recebidos por essas diferentes interfaces daqueles recebidos em um encontro presencial.

Essa evolução é geralmente analisada sob abordagens sociais, culturais e psicológicas, mas raras vezes sob a ótica ergonômica do espaço arquitetônico.

No presente estudo, resgatamos a história desses meios de comunicação sob a perspectiva da relação do homem com seu ambiente de trabalho. Isso se fez necessário a fim de propormos soluções para uma interface a ser utilizada em reuniões por videoconferência, que melhore os aspectos ergonômicos desse tipo de reunião e que reflita as necessidades de comunicação das empresas e da sociedade.

Ficou claro, principalmente nos panoramas do séc. XIX, que houve uma busca para adequar a interface de comunicação aos conceitos de ergonomia, mesmo antes da estruturação de tal ciência.

Paradoxalmente, as tecnologias contemporâneas desenvolveram interfaces utilizando os conceitos de ergonomia disponíveis (com foco de estudo sobre o uso do equipamento pelo

usuário), deixando em segundo plano as preocupações cognitivas sobre a presença do equipamento no espaço, em seu uso específico – uma reunião empresarial.

As análises apresentadas neste estudo resultaram na definição de critérios básicos para a criação de uma interface de comunicação em videoconferência fundamentada no estudo ergonômico.

Por consequência, propomos os principais critérios ergonômicos a serem atendidos por uma interface¹:

- 1) Campo visual: trata-se da visão de 360°, com disponibilização de campos visuais distintos a participantes diferentes;
- 2) Percepção de detalhes: representação das pessoas em tamanho real, na proporcionalidade direta de sua distância ao observador;
- 3) Percepção de profundidade: reprodução da visão estereoscópica, manutenção dos indicadores de profundidade descritos por Sternberg (2000), como por exemplo, a relação entre tamanho aparente e distância ou a relação de sobreposição que os objetos mais próximos impõem, entre outros;
- 4) Lateralidade: preservação da propriedade de lateralidade da visão;
- 5) Movimentação do corpo: reconhecimento da movimentação com a visualização das pessoas em tamanho natural;

¹ Vide proposta de interface no capítulo V.

- 6) Iluminação do ambiente: as luzes de uma sala devem ser transmitidas à outra, como se o espaço da reunião fosse um único espaço composto;
- 7) Ruídos visuais: preservação ou inclusão de ruídos visuais que permitam a identificação da interface como superfície delimitadora;
- 8) Contato reservado: viabilizar o contato próximo e as conversas paralelas particulares entre os participantes;
- 9) Fonte sonora: possibilitar o reconhecimento da origem espacial da fonte sonora;
- 10) Reverberação: integração da reverberação do som entre as duas salas;
- 11) Volume da voz: regulagem do volume da voz dos participantes da outra sala;
- 12) Timbre de voz: redução de ruídos na comunicação da voz;
- 13) Ruídos sonoros: comunicar somente os da sala de reunião;
- 14) Documentos em papel: digitalização e transmissão em visualizadores portáteis, com distribuição para os indivíduos ou para o grupo;
- 15) Documentos eletrônicos: visualizados na interface ou em visualizadores portáteis, com distribuição para os indivíduos ou para o grupo;
- 16) Objetos materiais: comunicação restrita aos estímulos visuais e sonoros destes.

Sintetizando, a interface proposta consiste em uma *Pixel Wall*², posicionada em uma das paredes da sala de videoconferência. Tal interface é composta por *Pixels volumétricos*³ que oferecem campos visuais específicos a cada participante da reunião, compondo em cada um deles as informações necessárias para aproximar os estímulos e informações de reuniões por videoconferência e os de reuniões presenciais.

A proposta resgata também as características e funções do uso do espelho no ambiente, que foram negligenciadas pelas tecnologias atuais de videoconferência: a composição do campo visual – por meio da inserção contextual da interface no espaço – criando espaços virtualizados atrás da interface; o direcionamento intensional da luz – pela manipulação da luz de cada parte do *pixel volumétrico*; e a manipulação do que aparece no campo visual. Portanto, a interface proposta não só apresenta propriedades similares ao espelho, como agrega também possibilidades exclusivas oferecidas pela tecnologia como a ampliação ou redução do estímulo visual com a variação da luminosidade do *pixel*.

A atual inexistência de tecnologia disponível para a materialização de uma interface como a proposta não impede a discussão dos conceitos e parâmetros para a sua realização.

Essa é a contribuição deste estudo: **estabelecer a parametrização necessária a fim de recriar o ambiente da reunião por videoconferência, para que este se caracterize à semelhança de um ambiente de reunião presencial.** Além disso, procuramos eliminar os vícios do ambiente presencial, como os ruídos indesejados, e valorizar suas virtudes, como o

² Termo definido pela autora no capítulo V.

³ *idem*.

contato reservado. Em momento algum pretendemos iludir os participantes da reunião por videoconferência de que esta acontece em um único espaço físico.

Os diversos centros de tecnologia, citados ou não neste trabalho, podem fazer uso dos critérios aqui especificados para desenvolver novas tecnologias de videoconferência que possibilitem a integração das interfaces de comunicação com o espaço arquitetônico.

As aplicações possíveis dessa interface ao espaço arquitetônico são diversas, apresentando potencial para interconectar perceptivamente espaços de convivência, transformando-os. Tal fato poderá causar reflexões e iniciativas em diversas áreas da Arquitetura e do Urbanismo e de outras ciências.

Em primeiro lugar, a partir do momento em que o espaço percebido se transforma, estabelecem-se novas relações de interação das pessoas, modificando, por conseguinte, o programa de necessidades e a organização dos espaços no projeto arquitetônico.

Em segundo lugar, se os espaços arquitetônicos forem organizados considerando a presença de interfaces que os conecta a outros espaços, sua forma sofrerá modificações importantes. Neste caso, deverão ser levados em conta não suas dimensões físicas apenas mas principalmente os aspectos cognitivos envolvidos em sua percepção. Entre os diversos desenhos de espaços possíveis, o exemplo abaixo ilustra essa potencialidade.

Fig. 6.1 – Sala de reuniões com a interface proposta, estabelecendo a comunicação com duas outras salas da empresa, em outra localidade.

Fonte: Desenho e análise da autora, 2006.

Fig. 6.2 – Representação ilustrativa das três salas de reunião conectadas pela interface de videoconferência proposta.

Fonte: Desenho e análise da autora, 2006.

Em terceiro lugar, a modificação do projeto arquitetônico – a partir da inserção de ambientes híbridos⁴ como o do exemplo acima –, implica a necessidade de um novo sistema de representação que abranja tanto os espaços que serão fisicamente construídos como aqueles que só se apresentam enquanto representação. Para bem estabelecer os elementos do projeto, o arquiteto deve dispor de instrumentos que lhe permitam manipular a representação simultânea do espaço real e do espaço virtual.

Fora do âmbito da Arquitetura e do Urbanismo, essa proposta permite desdobramentos em diversas outras áreas, principalmente:

- a) Tecnologia – criação de tecnologias que viabilizem essa interface (eventualmente com o desenvolvimento da nanotecnologia);

⁴ Híbrido no sentido da composição de espaços reais (uma sala de reunião por videoconferência) e representados (a outra sala de reunião por videoconferência que existe na primeira somente enquanto representação) para a formação de um único espaço denominado híbrido.

- b) Sistemas – desenvolvimento de softwares para viabilizar o processamento de informações definido;
- c) Psicologia – estudo das consequências psicológicas provocadas por novas formas de viver e se relacionar com o mundo através de uma interface de comunicação;
- d) Sociologia e Antropologia – impactos que as novas relações sociais provocam na cultura e na sociedade;
- e) Economia e Administração – avaliação da implementação de sistemas como este incrementam a produtividade da empresa.

Ainda que essa transformação não ocorra, as tecnologias de videoconferência atuais podem se aprimorar sob o aspecto ergonômico, com o objetivo de oferecer ao público que a demanda, instrumentos para uma comunicação empresarial mais adequada. Nesse sentido, os critérios estabelecidos neste trabalho contribuem para a busca de um desenvolvimento tecnológico com um objetivo específico: aprimorar os aspectos ergonômicos de uma reunião empresarial por videoconferência.

7. Referências Bibliográficas

3D Without Glasses Is Here. www.dexperience.co.uk/spexfree.html > acesso em setembro de 2004.

A Display of Flexible Ink. **Electronic Times**. 10 ago. 1988.

A TELEVISÃO. Francisco Buarque de Hollanda. RGE, 1967.

Agência Brasil – Radiobrás. www.radiobras.gov.br > acesso em abril de 2006.

ALVES, Nelson Torro. **Percepção de expressões faciais da emoção e lateralização cerebral**. 2004. Dissertação (Mestrado), Ribeirão Preto.

ASCOTT, Roy A arquitetura da cibercepção. In LEÃO, Lúcia. **Labirintos do Pensamento Contemporâneo**. São Paulo: Editora Iluminuras, 2002.

AUMONT, Jacques. **A imagem**. 10 ed. Campinas: Papirus, 2005.

AUMONT, Jacques. **O Olho Interminável: cinema e pintura**. São Paulo: Cosac & Naify 2004.

Banco de imagens Imagebank. www.imagebank.com > acesso em 20 de março de 2005.

Bélgica vai testar o primeiro jornal em papel eletrônico. <http://tecnologia.terra.com.br/interna/0,,OI892036-EI4802,00.html> > Quinta, 23 de fevereiro de 2006, 12h00.

BERTOTTI, João Natal; PORTELA, Miguel. Uma Prisão à Prova de Problemas: Ministro e Governador participam da inauguração da Penitenciária Federal de Catanduvas. **Gazeta do Povo**: Curitiba, 24 jun. 2006, p. 12.

BIERMANN, Veronica et. al. **Teoria da Arquitetura**: do Renascimento aos nossos dias.

BLABLABLÁ A reunião por telefone desb anca a videoconferência nas empresas. Por Camila Carvas, **VOCÊ SA** set. 2005. p. 46-47.

BRIGGS, Asa; BURKE, Peter. **Uma História Social da Mídia**: De Guttenberg à Internet. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 2004.

BROTO, Carles. **Nuevos Espacios Comerciales**. Barcelona: Instituto Monsa de Ediciones, 2002.

Carta a El Rei D. Manuel, Dominus, São Paulo, 1963.

Carta-testamento de Getúlio Vargas. Rio de Janeiro, 23 ago. 1954.

CASTELLS, Manuel. **Sociedade em Rede**: a era da informação: economia, sociedade e cultura, São Paulo: Paz e Terra, 2000.

Central Brasileira de Notícias (Rádio CBN). www.rbcn.com.br, acesso em 15 maio 2006.

CHEN, Y et al. Flexible Active-matrix Electronic Ink Display v. 423, p. 136. 8 maio 2003, **Nature**.

COELHO NETTO, José T. **Semiótica, Informação e Comunicação**. São Paulo: Editora Perspectiva, 1999.

COLIN, Silvio. **Uma Introdução à Arquitetura**. Rio de Janeiro: Uapê, 2000.

CRARY, Johnathan. **Techniques of the Observer: On vision and modernity in the nineteenth century** Cambridge: MIT Press, 1992.

CRAWFORD, Gregory Phillip. **Flexible Flat Panel Displays**. Southern Gate, Chichester, West Sussex: John Wiley and Sons, 2005.

DAMANTE, Nara; LOPES, Marcelo. Nada substitui o diálogo. **Comunicação Empresarial**. São Paulo, v. 45, 2002.

EBIHARA, Kazuyuki et al Real-time 3-D facial image reconstruction for virtual space teleconferencing. **Electronics and Communications: Part III: Fundamental Electronic Science**. v. 82, n. 5, p. 80-90, 05 maio 1999.

Edinburgh Virtual Environment Center. <www.dvec.ed.ac.uk/html/projects/panorama/index.html> acesso em 18 dez 2005.

Enciclopédia Britânica Online. <www.britannica.com> acesso em 2006.

EUROMONEYMAGAZINE. 2004.

Fakespace. fakespace.com, acesso em 15 dez. 2005.

FERNANDES, Manoel. Reunião por minuto. **Dinheiro**. São Paulo, n. 358, p. 44-44, 14 jul. 2004.

FERRARA, Lucrecia D'Alessio. **Leitura sem palavras**. São Paulo: Ática, 1997.

FERREIRA, Aurélio B. de H. **Novo Dicionário Aurélio da Língua Portuguesa**. Curitiba: Positivo, 2004.

FRANKEL, Elana. **Design secrets: office spaces**. Gloucester: Rockport, c2001

FRIEDMAN, Thomas L. **O Mundo é Plano: uma breve história do século XX** Trad. Cristina Serra S. Duarte. São Paulo: objetiva, 2005.

GAROTA de Ipanema. Tom Jobim e Vinicius de Moraes. Rio de Janeiro: 1962.

GIBSON, James J. **Ecological Approach To Visual Perception**. Lawrence Erlbaum: 1987.

GIBSON, James J. **The Perception of the Visual World**. Westport: Greenwood Press, 1974.

GIBSON, James J. **The senses considered as perceptual systems**. Westport: Greenwood Press, 1983.

GOMBRICH, Ernst H. **História da Arte**. 16ªed. Rio de Janeiro: LTC, 1999.

GOMES FILHO, João. **Ergonomia do Objeto**. São Paulo: Escrituras, 2003.

GOMES FILHO, João. **Gestalt do Objeto**. São Paulo: Escrituras, 2000.

GONTIJO, Silvana. **O Livro de Ouro da Comunicação**. Rio de Janeiro: Ediouro, 2004.

HALL, Edward T. **A Dimensão Oculta**. São Paulo: Martins Fontes, 2005.

Heinrich-Hertz Institut. <http://ip.hhi.de/imediaG3/impoint2.htm>, acesso em 05 mar 2005.

How Stuff Works. www.howstuffworks.com, acesso em 2005.

JODIDIO, Philip. **Sir Norman Foster**. Koln: Taschen, 1997.

KENSKI, Vani Moreira. **Novas Tecnologias**: O redimensionamento do espaço e do tempo e os Impactos no Trabalho Docente. **XX Reunião Anual da ANPEd**, Caxambu, 1997.

KOLAREVIK, Branko. 24 Hour Design Cycle: An Experiment in Design Collaboration Over the Internet. In: CAADRIA, 4, 1999, Shanghai. **Proceedings of the Fourth Conference on Computer Aided Architectural Design**, 1999. p.181 - 190.

KUBOVY, Michael; **The Psychology of Perspective and Renaissance Art**. Cambridge: Cambridge University Press, 1986.

KUBRUSLY, Claudio A. **O que é fotografia**. 4ªed. São Paulo: Brasiliense, 1991.

KUNITA, Yuka et al Real-time rendering system of human figures from arbitrary viewpoints using multiple cameras. **Systems and Computers**. v. 34, n. 11, p. 91-100, out. 2003.

Last News about National Tele-immersion Initiative – NTII. <www.advanced.org/tele-immersion/news.html> acesso em 15 dez. 2005.

LEÃO, Lúcia. **Labirintos do Pensamento Contemporâneo**. São Paulo: Editora Iluminuras, 2002.

LEMOS, André. **Arte eletrônica e Cibercultura**. In: MARTINS, Francisco Menezes; SILVA, Juremir Machado da. **Para Navegar no séc XXI**: Tecnologias do imaginário e cibercultura. 2 ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2000. p. 225-243.

LEMOS, André. **Cibercultura**: tecnologia e vida social na cultura contemporânea. Porto Alegre: Sulina, 2004.

Lentech Korea. <www.lenticular.co.kr> acesso em set. 2004.

LEVY, Pierre. **As Tecnologias da Inteligência: O futuro do pensamento na era da informática.** São Paulo: Editora 34, 1995.

LEVY, Pierre. **Cibercultura.** Trad. Carlos Irineu da Costa. São Paulo: 34, 1993. (2ª reimpressão, 2002).

LEVY, Pierre. **O que é Virtual.** Trad. Paulo Neves. São Paulo: Editora 34, 1996.

MACHIDA, T; KIKAWA, K; TAKEMURA, H. A High Presence Shared Space Communication System Using 2D Background and 3D Avatar. In: International Symposium On Applications and The Internet, 2004, Tóquio, Japão. **Proceedings.** Tóquio: IEEE Computer Society. 50 - 55.

MAJUMDER, Aditi; MEENAKSHISUNDARAM, Gopi; SEALES, Brent; FUCHS, Henry. Immersive Teleconferencing: A New Algorithm to Generate Seamless Panoramic Video Imagery **Proceedings of the 7 ACM International Conference on Multimedia.** Orlando, FL, Oct., 1999. p 169-178.

MARX, Karl; ENGELS, Friedrich. **Manifesto do Partido Comunista.** Trad. José Barata Moura. Lisboa: Editorial Avante!, 1997.

MAER, Richard E. **Multimedia Learning.** Santa Barbara: Cambridge University Press, 2001.

Mc CORMICK, Ernest. **Human Factors in Engineering and Design.** McGraw-Hill, 1976.

MERLEAU-PONTY, Maurice. **Fenomenologia da Percepção**. 5 ed. São Paulo: Martins Fontes, 2006.

MERLEAU-PONTY, Maurice. **Palestras**. São Paulo: Edições 70, 2003.

METRO NEWSPAPER. São Francisco: 09 mar. 2005.

MITCHELL, William J. **E-topia: A vida Urbana - mas não como a conhecemos**. São Paulo: SENAC São Paulo, 2002.

MORAES, Anamaria; MONTIALVÃO, Cláudia. **Ergonomia: conceitos e aplicações**. Rio de Janeiro: 2AB, 2000.

MORIKAWA, Osamu; MAESAKO, Takanori. **HyperMirror: a Video-Mediated Communication System**. In: Conference On Human Factors In Computing Systems, 1997, Atlanta, Georgia.. **Extended Abstracts**. p. 317-318.

MORIKAWA, Osamu; MAESAKO, Takanori. **HyperMirror: Toward Pleasant-to-use Video Mediated Communication System**. In: ACM Conference on Computer.

MORLEY, David P. **German Cipher Machines of World War II**. Center for Cryptologic History, National Security Agency 2003.

MULLIGAN, Jane; DANIILIDIS, Kostas. View-independent Scene Acquisition for Tele-Presence. In: International Symposium on Augmented Reality. 2000, Munich, Germany
Proceedings of International Symposium on Augmented Reality.

MUMFORD, Lewis. **A Cidade na História:** suas origens, transformações e perspectivas. São Paulo: Martins Fontes, 1982.

Music Online. music.york.ac.uk/musiconline >acesso em 07 maio 2006.

National Security Agency. nsa.gov >acesso em 26 mar. 2006.

National Institute of Advanced Industrial Science and Technology
aist.go.jp/indexen.html >acesso em 05 mar. 2005.

NEGROPONTE, Nicholas. **A Vida Digital.** São Paulo: Companhia das Letras, 1995.

O retrato da solidão: Designers alemães criam papéis de parede para a casa de pessoas sozinhas. **VEJA.** São Paulo, v. 1839, p. 66-66, 04 fev. 2004.

OETTERMAN, Stephan. **The Panorama:** History of a Mass Medium. New York. Zone Books, 1997.

OSTROFF, Faga. **Acasos e Criação Artística.** 5 ed. Rio de Janeiro: Campus, 2004.

OSTROFF, Faga. **Criatividade e Processos de Criação.** 16 ed. Petrópolis: Vozes, 2002.

PARENTE, André. **Imagem-maquina**: A Era das tecnologias do virtual. 34 ed. Rio de Janeiro: 1996.

PERSPECTIVA e Composição. Lisboa: Plátano, 2000.

PHEASANT, Steven. **Bodyspace**: Antropometry Ergonomics and the Design of ~~Wk~~. London: Taylor & Francis, 1997.

POØ, Andrea. **Perspectiva pictorum et architectorum**. In: BIERMANN, Veronica et. alli. **Teoria da Arquitetura**: do Renascimento aos nossos dias. Colônia: Taschen, 2003.

Projeto *BT Music On Line* - <http://music.yrk.ac.uk/musiconline/> > acesso em 7 maio 2006.

Projeto Immersive Meeting Point. - <http://ip.hhi.de/imediaG3/impoin2.htm> > acesso em 5 mar. 2005.

Projeto *Multi-person Tele-Immersion Across the Internet* – <http://wadvanced.org/tele-immersion/new.html> > acesso em 15 dez. 2005.

Projeto *Shared Space* – <http://wanarie.mcgill.ca/projectaapindex.html> > acesso em 26 maio 2006.

Projeto *Tele-immersive Environments for EVERYbody* – http://cairo.cs.uiuc.edu/t_eleimmersion/index.html > acesso em 19 maio 2006.

RASKAR, Ramesh; MUECH, Greg.; CUTTS, Matt; LAKE, Adam; STESIN, Levi; FUCHS, Henry. The Office of the Future: A Unified Approach to Image-Based Modeling and Spatially Immersive Display. **SIGGRAPH 98 Conference Proceedings**, Annual Conference Series. ACM SIGGRAPH, jul 1998, Orlando, FL, p. 179-188.

RATNER, Carl. **A Psicologia Sócio-histórica de Vygotsky**: aplicações contemporâneas. Trad. Lólio Lourenço de Oliveira. Porto Alegre: Artes Médicas, 1995.

REARDON, Kathleen Kelley. **The Secret Handshake**. New York: Doubleday Publishing, 2002.

ROMAN, Artur. Comunicação Organizacional: Quem se comunica se trumbica! **Revista FAE BUSINESS**. Curitiba, v. 4, p. 33-36, dez. 2002.

ROSEMBLATT, S. Bernard; CHEATHAM, T. Richard; WITT, James T. **Communication in Business**. 1977.

ROSEMBLATT, S. Bernard. **Communication in Business**. 2a. ed. Prentice Hall, 1982.

Royal Caribbean International. royalcaribbean.com >acesso em set. 2005.

SANDERS, Mark S.; McCORMICK, Ernest. **Human factors in engineering and design**. New York: McGraw-Hill, 1993.

Seal Telecom. sealtelecom.com.br >acesso em 20 mar. 2005.

SENGE, Peter M. **A Quinta Disciplina: arte e prática da organização que aprende**. 6ª Ed. São Paulo: Editora Best Seller, 2000.

SHANNON, Claude; WEAVER, Wren. **The Mathematical Theory of Communication**. Urbana: University of Illinois Press, 1969.

Single Tapete. wingle-tapete.de, acesso em out. 2005.

Smart Glass AGP Group. <http://www.agpgroup.com.au/html/smartglass.htm>, acesso em 20 mar. 2005.

STAMOS, Ioannis; ALLEN, Peter K. Geometry and texture recovery of scenes of large scale. **Computer Vision and Image Understanding**: New York, NY, 2002, p. 94.

STERNBERG, Robert J. **Psicologia Cognitiva**. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 2000.

Tandenberg. tandenberg.com, acesso em 20 mar. 2005.

Tele-immersive Environments for Everybody. cairo.cs.uiuc.edu/teleimmersion/index.html, acesso em 19 maio 2006.

The Official Web Page of The Walt Disney Company. disney.com, acesso em dez. 2005.

TILLEY, Alvin. **As Medidas do Homem e da Mulher**. Porto Alegre: Bookman, 2005.

VÍDEO TECHNOLOGYMAGAZINE. Set, 2004.

VIRILIO, Paul. **O Espaço Crítico**. São Paulo, Editora 34: 2005.

Wikipedia. <http://pt.wikipedia.org/>>acesso em 5 jun. 2005.

Wilcox Woodworks. www.wideoteleconferencingfurniture.com>acesso em 20 mar. 2005.

WILCOX, Jennifer E. **Solving the Enigma History of the Cryptanalytic Bombe**. National Security Agency 2001

XING, Ruigang., BROWN, Michael S. ; SEALES, Brent; FUCHS, Henry **Geometrically Correct Imagery for Teleconferencing**, ACM Multimedia 99, Orlando, 1 de nov. 1999, Florida, USA.

YVES, Bruno. **Saber ver a Arquitetura**. São Paulo: Martins Fontes, 1996.

8. Apêndice A

Pesquisa com usuários de videoconferência em empresas

OBJETIVO

Avaliar o uso corrente de videoconferência por profissionais de mercado que a utilizam na comunicação de negócios.

METODOLOGIA

Foram realizadas entrevistas pessoais, entre julho e setembro de 2005, com 76 executivos (supervisores, gerentes, diretores) de empresas que utilizaram videoconferência nos últimos dois anos. As empresas pesquisadas foram: HSBC, Kraft, Renault e Boticário, selecionadas segundo o critério de empresas multinacionais que utilizam recursos de videoconferência entre seus funcionários.

AMOSTRA

Por se tratar de uma pesquisa qualitativa exploratória, a amostra não foi estipulada estatisticamente.

ROTEIRO

O questionário a seguir foi utilizado como um roteiro para explorar qualitativamente o ponto de vista dos respondentes em relação ao uso da videoconferência na comunicação empresarial.

Os comentários feitos pelos entrevistados foram registrados no questionário pela autora e serviram de subsídio para o relatório de análise dos resultados.

Questionário Aplicado

Esta pesquisa tem como objetivo avaliar como o executivo / profissional de empresas se comunica ou se reúne com fornecedores, funcionários ou colegas de trabalho. Esta avaliação não deverá tomar mais de 5 minutos de seu tempo e contribuirá para o desenvolvimento de novas ferramentas de convivência.

Nome:

Empresa:

Data da entrevista:

1. Indique os meios que você prefere ao se comunicar / reunir com outros profissionais (resposta múltipla):

- ☐ videoconferência
- ☐ memorandos
- ☐ contato pessoal
- ☐ e-mail
- ☐ contato telefônico
- ☐ outros:

Comentário do entrevistado:

2. Com que frequência você participa de reuniões em videoconferência?

- ☐ 1 vez por semana
- ☐ 1 vez a cada 15 dias
- ☐ 1 vez por mês
- ☐ eventualmente – 1 vez por ano

Comentário do entrevistado:

3. Indique os principais motivos para você participar de reuniões em videoconferência (resposta múltipla):

- ☐ agilidade
- ☐ percepção do comportamento dos participantes
- ☐ quantidade de pessoas envolvidas
- ☐ instantaneidade
- ☐ multilocais
- ☐ outro:

Comentário do entrevistado:

4. Em sua empresa, com quantas pessoas você mantém relacionamento em que há a necessidade de fazer reuniões por videoconferência?

- ☐ de 1 a 10
- ☐ de 11 a 20
- ☐ mais de 20

Comentário do entrevistado:

5. Qual o número médio de pessoas participantes de uma reunião em videoconferência (no seu escritório + nos outros escritórios)?

- ☐ até 3
- ☐ de 4 a 10
- ☐ de 10 a 20
- ☐ mais de 20

Comentário do entrevistado:

6. Qual o sistema de videoconferência mais utilizado na empresa em que trabalha?

- ☐ Desktop (cada participante utiliza seu computador pessoal)
- ☐ Set-Top (com televisor e câmera)
- ☐ Sistema de auditório (com câmeras, alto-falante em auditórios)

Comentário do entrevistado:

7. Qual a capacidade média de uma sala de reuniões comum em sua empresa?

- ☐ até 3
- ☐ de 3 a 10
- ☐ de 10 a 20
- ☐ mais de 20

Comentário do entrevistado:

8. Qual seu grau de satisfação com os atuais sistemas de videoconferência?

- ☐ muito satisfeito
- ☐ satisfeito
- ☐ indiferente
- ☐ insatisfeito
- ☐ muito insatisfeito

Comentário do entrevistado:

9. Indique os fatores mais relevantes que desmotivam o uso dos atuais sistemas de videoconferência.

- ☐ qualidade do som
- ☐ qualidade da imagem
- ☐ sincronização da imagem com o som
- ☐ tamanho da imagem
- ☐ visualização de 1 participante de cada vez
- ☐ dificuldade na operação dos equipamentos
- ☐ distância até o interlocutor
- ☐ dificuldade em perceber quem está falando
- ☐ iluminação ambiente
- ☐ compartilhamento de informações impressas
- ☐ caráter impessoal
- ☐ outros:

Comentário do entrevistado:

10. Uma reunião por videoconferência é qualitativamente equivalente a uma reunião presencial.

- ☐ concordo totalmente
- ☐ concordo
- ☐ indiferente
- ☐ discordo
- ☐ discordo totalmente

Comentário do entrevistado:

RESULTADOS OBTIDOS

Questão 1

Pergunta: Indique os meios que você prefere ao se comunicar / reunir com outros profissionais (resposta múltipla):

Gráfico 8.1 – Preferência dos entrevistados quanto aos meios de comunicação disponíveis para reunião empresarial
Fonte: Desenho e análise da autora, 2005.

Análise

Os entrevistados responderam espontaneamente mencionando dois ou três meios que utilizavam com mais frequência para se comunicar.

O contato telefônico mostrou-se um forte meio de comunicação, preferido principalmente pela facilidade gerada pelo uso do celular. Logo em seguida, a facilidade do uso da Internet substituiu em muitas empresas o tradicional memorando impresso. Este ainda não foi totalmente substituído dado que alguns entrevistados expuseram a necessidade de documentar a comunicação para a definição de contratos por meio de memorandos, cartas e outros meios impressos. Entretanto, muitos indicaram acentuadamente a tendência de o memorando físico desaparecer.

A reunião por videoconferência ocupa a última posição, e os entrevistados justificam que o acesso a ela ainda não é disseminado nas empresas, mas percebem sua contribuição para determinadas reuniões, por ex. (definição de metas, revisão de desempenho, celebração de resultados). Segundo eles, este meio é mais eficiente que os demais quando existem muitas localidades ou elas são muito distantes, mas alegam que ainda há problemas de comunicação e interação entre os participantes que ainda devem ser resolvidos.

Questão 2

Pergunta: Com que frequência você participa de reuniões em videoconferência?

Respostas:

	%
1 vez / semana	6,6%
1 vez / 15 dias	11,8%
1 vez / mês	38,2%
Eventualmente: 1 vez/ano	43,4%

Gráfico 8.2 – Frequência de participação em reuniões por videoconferência entre os entrevistados
Fonte: Desenho e análise da autora, 2005.

Análise

A frequência de uso observada entre os entrevistados indica que a videoconferência ainda encontra barreiras.

A análise qualitativa do conteúdo falado durante as entrevistas indica alguns motivos pelo qual a videoconferência ainda não é o principal meio de comunicação. As frases mais significativas ditas pelos entrevistados foram: “O ambiente não é adequado”, “Vemos um de cada vez”, “Às vezes é difícil ver direito quem está falando”.

Estas avaliações foram exploradas nas questões seguintes, nas quais procuramos analisar os aspectos da videoconferência em si.

Questão 3

Pergunta: Indique os principais motivos para você participar de reuniões em videoconferência (resposta múltipla):

<u>Respostas:</u>	<u>%</u>
agilidade	15,8%
percepção do comportamento dos participantes	28,9%
quantidade de pessoas envolvidas	36,8%
instantaneidade	34,2%
multilocais	18,4%
outro:	10,5%

Gráfico 8.3 – Principais motivos que levam os entrevistados a participarem de reuniões por videoconferência.

Fonte: Desenho e análise da autora, 2005.

Análise

Com a freqüência das respostas, observamos que o número de participantes (em locais distantes) e a possibilidade de o entrevistado perceber suas reações durante a videoconferência são fatores que contribuem para o sucesso deste sistema.

Denotou-se qualitativamente durante as entrevistas que a percepção do comportamento do outro, na reunião à distância, era um item desejado na configuração de um sistema de videoconferência.

Principais frases ditas: “Por telefone eu não sei se o sujeito está com os braços cruzados ou está ignorando o que eu estou dizendo”; “Ao observar o comportamento da equipe na videoconferência, eu percebo se as metas para o semestre foram aceitas”; “Obviamente uma

reunião pessoal (presencial) seria mais eficaz e ainda existem limitações no uso da videoconferência, apesar da tecnologia avançada envolvida”

Questão 4

Pergunta: Em sua empresa, com quantas pessoas você mantém relacionamento em que há a necessidade de fazer reuniões por videoconferência?

Respostas:

	%
de 1 a 10;	22,4%
de 11 a 20;	42,1%
mais de 20;	35,5%

Gráfico 8.4 – Número médio de pessoas com quem os entrevistados mantêm relacionamento profissional, em que há necessidade de uso de videoconferência.

Fonte: Desenho e análise da autora, 2005.

Análise

Notamos que 42,1% dos entrevistados mantêm relacionamento com um total de 11 a 20 contatos na empresa com os quais há a necessidade de realização de reuniões por videoconferência.

Qualitativamente os participantes disseram que, apesar de o conjunto ser de 11 a 20 pessoas, as reuniões por videoconferência não demandam todos presentes ao mesmo tempo, ou seja, alguns trabalham em áreas diversas e não têm necessidade de participar de todas as reuniões, mas apenas daquelas em que o assunto a ser discutido é relativo à sua área.

Eles afirmaram que as reuniões por videoconferência englobam, de fato, de 6 a 10 participantes.

Questão 5

Pergunta: Qual o número médio de pessoas participantes de uma reunião em videoconferência (no seu escritório + nos outros escritórios)?

<u>Respostas:</u>	<u>%</u>
até 3;	0,0%
de 3 a 10;	47,4%
de 11 a 20;	35,5%
mais de 20;	17,1%

Gráfico 8.5 – Número médio de participantes de uma reunião em videoconferência segundo os entrevistados.
Fonte: Desenho e análise da autora, 2005.

Análise

Esta questão confirma a avaliação qualitativa da questão anterior: embora o universo de pessoas que se relacionam em videoconferência em uma empresa seja maior no intervalo de 11 ou mais, o uso específico da videoconferência se dá em grupos de 3 a 10 participantes. Isso é explicado pelo uso específico de uma reunião em videoconferência para tratar de um assunto que envolve apenas pessoas que diretamente têm relação com o assunto em pauta.

Qualitativamente podemos estimar, baseados nesses dados, que uma reunião por videoconferência engloba em média entre 6 e 8 participantes.

Questão 6

Pergunta: Qual o sistema de videoconferência mais utilizado na empresa em que trabalha?

<u>Respostas:</u>	<u>%</u>
<i>Desktop</i> (cada participante utiliza seu computador pessoal)	18,4%
<i>Set-Top</i> (com televisor e câmera)	67,1%
Sistema de auditório (com câmeras, alto-falante em auditórios)	14,5%

Gráfico 8.6 – Distribuição dos tipos de sistema utilizados para reuniões por videoconferência nas empresas.

Fonte: Desenho e análise da autora, 2005.

A análise qualitativa dos dados recolhidos nas entrevistas demonstra que o sistema *Set-top* é mais utilizado e aparece como o meio que permite reuniões com maior similaridade a reuniões presenciais. Os entrevistados verbalizam a necessidade de a videoconferência em se permitir interações de caráter aproximado àquelas presentes na reunião presencial, identificando o sistema *Set-top* como o que tem maior potencialidade para esse fim.

Questão 7

Pergunta: Qual a capacidade média de uma sala de reuniões comum em sua empresa?

<u>Respostas:</u>	<u>%</u>
até 3;	0,0%
de 3 a 10;	43,4%
de 10 a 20;	30,3%
mais de 20;	26,3%

Gráfico 8.7 – Capacidade média de uma sala de reuniões comum nas empresas entrevistadas.

Fonte: Desenho e análise da autora, 2005.

Análise

A dispersão das respostas em vários tamanhos / capacidade de salas mostra que não existe um padrão estipulado para salas de videoconferência.

A análise qualitativa da pesquisa por meio de declarações de seus participantes mostra que a videoconferência é usualmente montada numa sala pré-existente e que provavelmente houve estudo prévio do espaço equivocado, para a colocação do equipamento de captura de reprodução de imagem. Isso indica que a videoconferência – apesar de ser uma nova tecnologia – é utilizada sob os padrões da reunião presencial, não havendo adaptação adequada do espaço em que é utilizada.

Questão 8

Pergunta: Qual seu grau de satisfação com os atuais sistemas de videoconferência?

<u>Respostas:</u>	<u>%</u>
muito satisfeito	10,5%
satisfeito	15,8%
indiferente	18,4%
insatisfeito	35,5%
muito insatisfeito	19,7%

Gráfico 8.8 – Grau de satisfação com os atuais sistemas de videoconferência.
Fonte: Desenho e análise da autora, 2005.

Análise

Apenas 26,3% dos participantes responderam que estão satisfeitos com os atuais sistemas *Set-top*. Uma análise qualitativa das respostas mostrou que aspectos do ambiente como iluminação, visão do outro participante, foco, visão do grupo e outros aspectos do ambiente

criavam barreiras para a realização da videoconferência quando comparada com uma reunião presencial. Esta questão foi detalhada na pergunta seguinte, na qual estimulamos as possíveis causas para a insatisfação.

Questão 9

Pergunta: Indique os fatores mais relevantes que desmotivam o uso dos atuais sistemas de videoconferência.

Respostas:	%
qualidade do som	3,9%
qualidade da imagem	5,3%
sincronização da imagem com o som	15,8%
tamanho da imagem	19,7%
visualização de 1 participante de cada vez	28,9%
dificuldade na operação dos equipamentos	27,6%
distância até o interlocutor	14,5%
dificuldade em perceber quem está falando;	23,7%
iluminação ambiente;	10,5%
compartilhamento de informações impressas;	3,9%
caráter impessoal	19,7%
outros	0,0%

Gráfico 8.9 – Identificação dos fatores mais relevantes para os entrevistados que desmotivam o uso dos atuais sistemas de videoconferência.

Fonte: Desenho e análise da autora, 2005.

Análise

Observamos que o fato de ser usual, na reunião por videoconferência, ver um participante de cada vez prejudica sua eficácia, modificando a informação recebida pela visão periférica.

Percebe-se na análise qualitativa que há a necessidade de o participante observar reações (expressões, gestos) de outros participantes na reunião. Esse fato, difícil de ser constatado por

meio de uma pergunta objetiva, revela o aspecto político de uma reunião, sugerindo que é importante observar as reações dos participantes, bem como analisar o que é falado e ouvido.

Os sistemas *Set-top* de videoconferência parecem não ter respondido à altura a esse atributo.

A dificuldade em operar o equipamento foi qualitativamente explicada como falta de treinamento pelos participantes, não significando um empecilho para a realização da videoconferência, mas apenas uma necessidade de conhecimento técnico.

A terceira barreira encontrada “perceber quem está falando” denota uma limitação do sistema de videoconferência que impossibilita uma transcrição real de uma reunião presencial, ou seja, na reunião presencial é fácil e rápido identificar quem é o orador da vez, enquanto na videoconferência isso exige algum esforço.

Em quarto lugar aparecem empatados o “caráter impessoal” e o “tamanho da imagem”. Essas duas características potencializam a artificialidade da comunicação por videoconferência, indicando que parece mais “um programa de TV” (conforme dito por um dos entrevistados) que realmente uma reunião.

Questão 10

Pergunta: Uma reunião por videoconferência é qualitativamente equivalente a uma reunião presencial.

<u>Respostas:</u>	%
concordo totalmente	7,9%
concordo	11,8%
indiferente	19,7%
discordo	32,9%
discordo totalmente	27,6%

■ concordo totalmente; ■ concordo; □ indiferente; □ discordo; ■ discordo totalmente;
Gráfico 8.10 – Grau de concordância ou discordância da equivalência entre reunião por videoconferência e reunião presencial.
Fonte: Desenho e análise da autora, 2005.

Análise

O baixo nível de concordância observado em relação à comparação da reunião por videoconferência comparada à reunião presencial denota que as barreiras apresentadas nas questões anteriores ainda não foram superadas nos projetos de salas de videoconferência.

A análise qualitativa demonstra um desejo de utilizar mais a videoconferência, principalmente devido a custos e segurança envolvidos no deslocamento de pessoas. Há, portanto, uma oportunidade de melhora nos aspectos não tecnológicos de uma reunião por videoconferência.