

1. Do GUI aos ambientes imersivos



O GUI (*Graphical User Interface*), ou interface gráfica, ao ser visualizado pelos utilizadores constitui um meio para a interacção destes com o computador. Uma interface gráfica transmite ao utilizador a sensação de manipulação directa dos objectos que fazem parte dela. através da utilização de dispositivos de entrada como o rato, o *joystick* e o teclado. Os ambientes de realidade virtual resultam do desenvolvimento e da investigação realizados com GUI. Por outro lado, através da utilização de ambientes virtuais e da estimulação de todos os sentidos do utilizador (visão, audição, tacto e outros), obtém-se os ambientes imersivos. Para a estimulação dos sentidos do utilizador são utilizados outros dispositivos, para interagir com os objectos do ambiente virtual, como o capacete de visualização (*head-mounted display*), as luvas de dados (*datagloves*) e os auscultadores (*headphones*). Desta forma, a visão dos utilizadores deixa de ser o único sentido a ser estimulado, transmitindo ao utilizador a sensação de imersão.

1.1. Evolução histórica da interface Homem-máquina

A evolução histórica da interface Homem-máquina é o resultado de diversos desenvolvimentos verificados em diferentes domínios ao longo dos anos.

Como principais marcos históricos desta evolução podem ser indicados os seguintes exemplos:

- Em 1958, Comeau e Bryan desenvolveram, e a empresa Philco implementou, um protótipo de um capacete com monitores e sensores de detecção de movimento ligado a um par de câmaras remotas. Estes sensores permitiam deslocar as câmaras de acordo com os movimentos da cabeça, criando no utilizador a sensação de presença. Posteriormente, este equipamento passou a chamar-se *Head-Mounted Display* (HMD).
- Em 1962, Morton Heilig, cineasta, desenvolveu um simulador denominado Sensorama (fig. 1.1.). que permitia ao utilizador viver de forma artificial, sentindo as sensações de uma viagem num veículo de duas rodas. Para tal, era utilizada a formação de imagens 3D, som *stereo*, vibrações e sensações do vento e aromas.
- Em 1968, Ivan Sutherland criou o primeiro sistema *Head-Mounted Three Dimensional Display*, também conhecido por capacete 3D. Em virtude desta descoberta, este investigador ficou conhecido como o precursor da realidade virtual.
- Em 1969, Myron Krueger criou o Videoplace (figs. 1.2. e 1.3.), capturando imagens de pessoas que participavam na experiência e projectando-as em 2D numa tela em que as pessoas podiam interagir umas com as outras e com os objectos projectados nesta.

		
Fig.1.1 - Simulador denominado Sensorama	Fig.1.2-Exemplo de um sistema VideoPlace	Fig.1.3-Exemplo de uma projecção de imagens em 2D num sistema Videoplace.

- Em 1986. a NASA criou um ambiente virtual que permitia aos utilizadores indicar comandos por voz. manipular objectos virtuais através do movimento das mãos e ouvir voz sintetizada com som 3D. O som 3D tenta reproduzir no sistema auditivo humano sensações idênticas às escutadas no mundo real.
- Em 1987. a VPL Research foi pioneira na comercialização de produtos de realidade virtual como a luva de dados (*Dataglove*) e o capacete de visualização (*Eyephones*).

1.2. Os ambientes gráficos actuais, ergonomia e sentidos

Os ambientes gráficos actuais apresentam boa qualidade, necessitando, por isso, para a sua formação, de computadores e dispositivos periféricos com mais capacidades. Por terem mais qualidade, transmitem mais facilmente ao utilizador a sensação de realidade e permitem uma análise mais cuidada e correcta da informação. A qualidade dos ambientes gráficos é um aspecto particularmente importante na imersão do utilizador, principalmente quando o ambiente virtual é recriado a partir de um ambiente real. Pois quanto mais reais se apresentarem aos olhos do utilizador mais imerso este poderá sentir-se no ambiente virtual.

Para tornar os ambientes gráficos mais realistas são utilizados o *rendering* e o mapeamento de texturas, que são duas técnicas que contribuem para a formação de imagens de boa qualidade. O *rendering* é uma operação que permite transformar os dados gráficos em dados de imagem. Para se obter um *rendering* adequado é necessário definir correctamente a iluminação do ambiente e a posição relativa dos objectos no mundo virtual. Um *rendering* de alta qualidade requer também uma definição correcta das propriedades que fazem parte da constituição dos objectos e do mapeamento das texturas a aplicar às diferentes partes dos objectos.

O desenvolvimento de equipamentos cada vez mais adaptados ao utilizador e às suas funções é o resultado dos estudos efectuados pela ergonomia. Desta forma, evitam-se situações de mal-estar no utilizador criadas pelos equipamentos de realidade virtual devido a características como o seu peso, as suas dimensões e o seu modo de funcionamento. Por exemplo, na década de 80 os equipamentos eram demasiado pesados e grandes e o seu funcionamento provocava enjoos, cansaço e fortes dores de cabeça nos utilizadores. Devido a todos estes desenvolvimentos verificados nos ambientes gráficos e nos equipamentos disponibilizados, consegue-se actualmente estimular todos os sentidos dos utilizadores mais facilmente, de uma forma mais realista e mais imersiva.

2. Realidade virtual

2.1. Conceito

A realidade virtual consiste em ambientes simulados através do computador, permitindo aos utilizadores interagir, visualizar e manipular objectos destes. Estes ambientes podem ser recriações a partir do ambiente real ou criações originais que existem apenas no ciberespaço. Os utilizadores, ao experimentarem uma situação de realidade virtual, podem senti-la como se fosse real, abstraindo-se da realidade.

A implementação de um sistema de realidade virtual requer a existência de um sistema multimédia interactivo bastante desenvolvido, com formação de gráficos 3D interactivos em tempo real, implicando a utilização de computadores com bastante capacidade. Por outro lado, quando se pretende a estimulação de outros sentidos para além da visão, é necessária a utilização de mais equipamentos, como luvas de dados (*data-gloves*) e auscultadores (*headphones*).

Estes ambientes virtuais são, actualmente, utilizados na maioria das áreas do conhecimento e das actividades humanas, como medicina, arquitectura, engenharia, educação, entretenimento e treino de actividades desportivas e profissionais. Permitem colocar o utilizador em contacto com novas situações, aprendendo de forma segura, económica e rápida e podendo contribuir para a melhoria do seu desempenho.

Na realidade virtual a imersão, a interacção e o envolvimento constituem os aspectos básicos necessários à sua implementação.

2.2. Simulação da realidade

A simulação da realidade é uma imitação de um sistema do mundo real. A simulação tenta representar certos aspectos do comportamento de um sistema físico ou abstracto através do comportamento de outro sistema.

A realidade virtual permite simular virtualmente experiências do mundo real, economizando tempo e dinheiro e atingindo objectivos que, muitas vezes, não seriam tão facilmente alcançados. Por exemplo, é possível aos biólogos simular alterações em ecossistemas e testar hipóteses sobre o seu equilíbrio (figs. 1.4. e 1.5.).

fig. 1.4. Exemplo da simulação de um ecossistema numa fase inicial.



fig. 1.5. Exemplo da simulação do mesmo ecossistema da fig. 1.4. numa fase posterior.



2.3. Realidade imersiva e não imersiva




A realidade imersiva consiste na sensação de inclusão experimentada pelo utilizador de um ambiente virtual, ou seja, o utilizador sente-se dentro do ambiente e a interagir com os seus elementos. Para produzir no utilizador esta sensação, o sistema tem de conseguir estimulá-lo sensorialmente, utilizando diversos dispositivos, como o capacete de visualização (*head-mounted display*), as luvas de dados (*datagloves*) e os auscultadores (*headphones*) (quadro 1). Além

destes, é importante considerar outros aspectos na imersão, como o lugar utilizado, a forma como é efectuada a projecção, a posição e as deslocações do utilizador, a distância do utilizador aos controlos e a qualidade do som.

A realidade não imersiva, ao contrário da realidade imersiva, consiste na sensação de não-inclusão experimentada pelo utilizador de um ambiente virtual, ou seja, neste caso o utilizador não se sente como parte do ambiente. É considerado ambiente não imersivo a visualização de imagens tridimensionais através de um monitor e em que o utilizador interage com os elementos do ambiente virtual através de dispositivos como o rato, o teclado e o *joystick* (quadro 1).

Quadro 1

Designação	Tipo	Descrição	Imagem
HMD [<i>Head-Mounted Display</i>]	Visualização	Capacete de visualização.	
BOOM [<i>Binocular Omni-Oriented Monitor</i>]	Visualização	Caixa móvel para visão estereoscópica interactiva.	
<i>Crystal Eye</i>	Visualização	óculos para visualização estereoscópica, permitindo um campo de visão amplo.	
CAVE [<i>Cave Automatic Virtual Environment</i>]	Visualização	Espaço delimitado por três ou mais paredes de projecção stereo para visualização interactiva.	
<i>Dataglove</i>	Controlo e manipulação	Luva electrónica que permite capturar os movimentos das mãos e dos dedos) e usá-los para interagir com o utilizador.	
<i>Spacemouse</i>	Controlo e manipulação	Dispositivo que permite um alto controlo do movimento, aumentando a produtividade e o conforto dos utilizadores que utilizam aplicações de <i>software</i> 3D.	
Teclado	Controlo e manipulação	Permite interagir com o computador.	
<i>Joystick</i>	Controlo e manipulação	Permite interagir com o computador.	
Monitor	Visualização	Permite visualizar ambientes gráficos.	
<i>Headphone</i>	Audição	Permite ouvir sons provenientes do computador.	

Designação	Tipo	Descrição	Imagem
Fatos de realidade virtual	Controlo e manipulação	Indumentária que permite a interacção do utilizador com o mundo virtual.	
<i>Ring Mouse</i>	Controlo e manipulação	Rato 3D sem fios. A sua posição. XYZ. é detectada através de sensores ultrasónicos no espaço. Muito utilizado em ambientes virtuais.	
<i>GyroPoint Desk</i>	Controlo e manipulação	Dispositivo semelhante ao raio de um computador, mas com a particularidade de poder trabalhar no ar. pois possui um giroscópio e comunica por rádio com o computador.	

3. Interactividade

3.1. Conceito

A interactividade num ambiente virtual consiste na possibilidade de o utilizador dar instruções ao sistema através de acções efectuadas neste e nos seus objectos. O sistema, em função destas acções, transforma-se e adapta-se. criando novas situações ao utilizador.

O utilizador pode, por exemplo, movimentar-se num ambiente virtual 3D efectuando acções sobre os objectos que o compõem. A simples movimentação do utilizador vai implicar que o sistema tenha de gerar e actualizar as imagens do ambiente virtual correspondentes à nova perspectiva.

3.2. Características ou componentes

A interactividade tem como características ou componentes:

- a *comunicação*, que estabelece uma transmissão recíproca entre o utilizador e o sistema, através de dispositivos periféricos ligados ao sistema;
- o *feedback*, que permite regular a manipulação dos objectos do ambiente virtual a partir dos estímulos sensoriais recebidos do sistema pelo utilizador;
- o *controlo* e a *resposta*, que permitem ao sistema regular e actuar nos comportamentos dos objectos do ambiente virtual;
- o tempo de *resposta*, que é o tempo que decorre entre a acção do utilizador sobre um dos objectos do ambiente virtual e a correspondente alteração criada pelo sistema;
- a *adaptabilidade*, que é a capacidade que o sistema possui de alterar o ambiente virtual em função das acções do utilizador sobre os objectos deste.

3.3. Níveis segundo a relação Homem-máquina

Na relação Homem-máquina podem ser identificados os níveis de interactividade reactiva, coactiva e proactiva.

No nível de interactividade reactiva, o utilizador tem um controlo limitado sobre o conteúdo do ambiente virtual. A interacção e o *feedback* são controlados pelo sistema e seguem um caminho pré-programado, ou seja, o sistema controla o desenrolar da acção dos utilizadores.

No nível de interactividade coactiva, o utilizador tem o controlo da sequência, do ritmo e do estilo das acções desenvolvidas sobre o conteúdo do ambiente virtual.

No nível de interactividade proactiva, o utilizador tem o controlo da estrutura e do conteúdo das acções desenvolvidas no ambiente virtual, ou seja, o utilizador controla dinamicamente o desenvolvimento do conteúdo deste.

O quadro 2 relaciona os três níveis de interactividade de acordo com o controlo exercido pelo utilizador sobre a estrutura e o conteúdo de um ambiente virtual.

Quadro2		Controlo do conteúdo	
		Limitado	Alargado
Controlo da Estrutura	Limitado	Reactiva	Coactiva
	Alargado	Coactiva	Proactiva

3.4. Níveis segundo a acção sensorial

Segundo a acção sensorial, os níveis de interactividade classificam-se em elevada, média e baixa.

No nível de interactividade elevada o utilizador está completamente imerso num ambiente virtual, onde são estimulados todos os seus sentidos.

No nível de interactividade média apenas alguns sentidos do utilizador estão a ser utilizados e exerce um controlo limitado sobre o desenrolar da acção num ambiente virtual.

No nível de interactividade baixa o utilizador não se sente como parte do ambiente virtual e apenas alguns dos seus sentidos estão a ser utilizados.

3.5. Tipos de interactividade

Os diferentes tipos de interactividade podem classificar-se em: linear, de suporte, hierárquica, sobre objectos, reflexiva, de hiperligação, de actualização e construtiva.

No tipo de interactividade linear, o utilizador pode definir o sentido da sequência das acções desenvolvidas no ambiente virtual, mas apenas acedendo à seguinte ou à precedente. Numa interacção linear as acções são mais simples de gerar. Este tipo de interactividade desenvolve-se de forma reactiva.

No tipo de interactividade de suporte, o utilizador recebe do sistema apoio sobre o seu desempenho através de simples mensagens de ajuda a complexos manuais. Este tipo de interactividade desenvolve-se de forma reactiva.

No tipo de interactividade hierárquica, o utilizador navega no sistema através de um conjunto predefinido de opções, podendo seleccionar um trajecto. Este tipo de interactividade desenvolve-se de forma reactiva.

No tipo de interactividade sobre objectos, o utilizador activa objectos usando o rato ou um outro dispositivo apontador para obter respostas do sistema.

No tipo de interactividade reflexiva, o sistema efectua perguntas que o utilizador responde. Este pode comparar as suas respostas com as de outros utilizadores ou com as de especialistas, permitindo, desta forma, uma reflexão sobre as mesmas. Este tipo de interactividade desenvolve-se de forma proactiva.

No tipo de interactividade de hiperligação, o sistema define as ligações necessárias para garantir que o acesso aos seus elementos, por parte do utilizador, seja assegurado por todos os trajectos possíveis ou relevantes, criando um ambiente flexível. Este tipo de interactividade desenvolve-se de forma proactiva.

No tipo de interactividade de actualização, a interactividade entre o sistema e o utilizador permite gerar conteúdos actualizados e individualizados em resposta às acções do utilizador. Este tipo de interactividade pode variar de um formato simples de perguntas e de respostas até formatos mais complexos que podem incorporar na sua construção componentes de inteligência artificial. Este tipo de interactividade desenvolve-se de forma proactiva.

No tipo de interactividade construtiva, o utilizador constrói um modelo a partir do manuseamento de objectos componentes deste, atingindo um objectivo específico. Para tal, o utilizador tem de seguir uma sequência correcta de acções para que a tarefa seja concluída. Este tipo de interactividade é uma extensão do tipo de interactividade de actualização e desenvolve-se de forma proactiva.

4. Como avaliar soluções interactivas

As soluções interactivas de realidade virtual têm como objectivo principal o envolvimento do utilizador interagindo num ambiente que não é real. Estas soluções necessitam de ser avaliadas, nomeadamente nos aspectos relacionados com as questões tecnológicas utilizadas, as alterações provocadas ao nível psicológico e social dos utilizadores e a qualidade da aplicação. Desta forma, para avaliar estas soluções interactivas, de uma forma mais completa e objectiva, analisam-se as seguintes características:

- funcionamento dos dispositivos periféricos e a sua ergonomia;
- qualidade gráfica dos ambientes virtuais e o seu realismo perante o olhar do utilizador;
- contributo para a imersão do utilizador;
- utilização adequada das cores;
- aspectos visuais;
- qualidade adequada do som;
- qualidade da estimulação tátil e da percepção da força;
- funcionamento e objectivos da simulação;
- outras características mais específicas relacionadas com a área ou domínio em que se insere.

5. O desenho (Prejecto) de soluções interactivas

O desenho de soluções interactivas deve ser precedido do levantamento de todos os requisitos envolvidos, podendo este ser mais ou menos complexo, de acordo com o tamanho e a complexidade destas. A seguir são enumerados alguns dos requisitos a considerar:

- definição da solução interactiva a desenvolver;
- caracterização do tipo de imersão pretendido;
- avaliação, caracterização e suporte dos vários dispositivos a utilizar;
- definição da capacidade de percepção dos movimentos do utilizador;
- avaliação de recursos e capacidades:
- selecção das ferramentas a utilizar no desenvolvimento;
- criação e edição de formas geométricas e texturas;
- descrição da visão estereoscópica;
- caracterização do *hardware*, do *software* e do suporte de rede;
- modelação da acção física do sistema.

Para o desenho de soluções interactivas no âmbito da realidade virtual é necessário envolver conhecimentos de diversas áreas, que permitam a modelação de objectos, a ligação de computadores em

redes, a implementação de sistemas de processamento em tempo real e o desenvolvimento de programação orientada a objectos. Para tornar esta tarefa mais acessível e rápida, sem perder capacidades, foram criadas ferramentas, genericamente conhecidas por VR ToolKits, permitindo a criação de programas de realidade virtual. As ferramentas são essencialmente bibliotecas expansíveis com colecções de funções orientadas a objectos e às especificações da realidade virtual. Através da utilização das funções, o objecto simulado passa a pertencer a uma classe e a herdar os seus atributos por defeito. Desta forma, podem ser simplificadas as tarefas de desenvolvimento de um programa complexo, uma vez que permite ao programador escrever e acrescentar módulos aos programas. Estas ferramentas permitem, na sua maioria, a importação de imagens a partir de programas como o AutoCad, a ligação de dispositivos periféricos específicos da realidade virtual e o trabalho com efeitos de iluminação, sombreamento e textura dos objectos, funcionando de forma independente do *hardware*.

Existem diversas ferramentas para a criação de soluções interactivas no âmbito da realidade virtual. O quadro 3 apresenta alguns exemplos destas ferramentas.

Designação	Descrição
DI-Guy	Permite adicionar características do comportamento humano a acontecimentos simulados em tempo real. Cada característica altera-se de forma realista, responde a comandos simples e movimenta-se no ambiente de acordo com as indicações. Estas características são animadas de forma automática.
Gizmo3D	É uma solução completa para a indústria, aplicações militares e jogos. Para além de ser usado pelos serviços militares é também utilizado na indústria espacial. Permite desenvolver formas geométricas de uma forma rápida, sombras em tempo real, estruturas recursivas, ambientes e animação.
Virtus WalkThrough Pro	Permite uma visualização 3D intuitiva. Possui ferramentas de modelação e de edição, cria perspectivas correctas com o mapeamento das texturas, tem capacidades de exportar VRML I (<i>Virtual Reality Modeling Language</i>) e combina a capacidade de <i>rendering</i> 3D em tempo real com as movimentações detectadas.
WorldToolKit para Windows	Permite o desenvolvimento de ambientes 3D simulados e aplicações de realidade virtual. É uma livreria orientada a objectos com um alto nível de funções para configuração, interacção e controlo da simulação em tempo real.
VRML	Linguagem de programação de ambientes virtuais de rede para a Internet, podendo as suas aplicações ser executadas na maioria dos browsers.
CAVELib	É a API (<i>Application Programmer's Interface</i>) mais utilizada para o desenvolvimento de aplicações visualmente imersivas. É uma plataforma que permite criar um produto final de alta qualidade que pode ser executado em diferentes sistemas operativos, como o Windows, o Linux, o Solaris e o IRIX. e independente dos sistemas de visualização utilizados.

QUADRO 1.1**A relação entre *design* de interação, interação homem-computador e outras abordagens**

Entendemos o *design* de interação como fundamental para todas as disciplinas, campos e abordagens que se preocupam com pesquisar e projetar sistemas baseados em computador para pessoas (veja Figura 1.3). O campo interdisciplinar mais conhecido é a interação homem-computador (IHC), que se preocupa com "o *design*, a avaliação e a implementação de sistemas computacionais interativos para uso humano e com o estudo de fenômenos importantes que os rodeiam" (ACM SIGCHI, 1992, p. 6). Até o início dos anos 90, o foco da IHC era projetar interfaces para um único usuário. Em resposta a uma crescente preocupação com a necessidade de se fornecer suporte a múltiplos indi-

víduos que estejam trabalhando juntos e utilizando sistemas de computador, surgiu então o campo interdisciplinar de trabalho cooperativo suportado por computador (CSCW – em inglês, *computer-supported cooperative work*) (Grief, 1988). Os sistemas de informação constituem uma outra área preocupada com a aplicação de tecnologia de computação em domínios como negócios, saúde e educação. Outros campos relacionados ao *design* de interação incluem fatores humanos, ergonomia cognitiva e engenharia cognitiva – todos preocupados com projetar sistemas que vão ao encontro dos objetivos dos usuários, ainda que cada um com o seu foco e a sua metodologia.

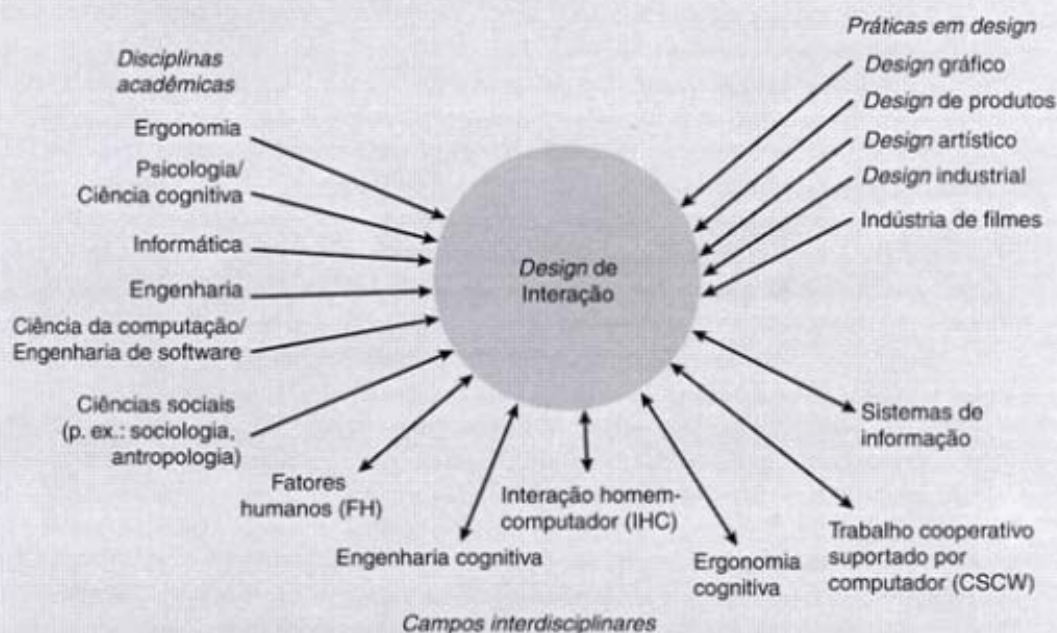


Figura 1.3 Relação entre disciplinas acadêmicas, práticas de *design* e campos interdisciplinares que se preocupam com o *design* de interação.

Na Web:

GENTNER, DON and JAKOB NIELSEN. *The Anti-Mac Interface*.

<http://www.acm.org/cacm/AUG96/antimac.htm>.

Consulta em Julho 2001.

LAUREL, BRENDA (1993). *Computers as Theatre*. Addison Wesley Ed.

<http://www.acfas.ca/congres>.

Consulta em Agosto 2001.

MCNABB, MARY L.; VALDEZ, GILBERT *et al.* (1998). *Learning Trough Technology*.

North Central Regional Educational Laboratory.

<http://www.ncrel.org/tandl/homepage.htm>.

Consulta em Agosto 2001.

NEWBY, MICHAEL; FISHER, DARREL (Dezembro 1997). *Development and Use of the Computer Laboratory Environment Inventory*.

<http://www.curtin.edu.au/conference/ASCILITE97/papers/Newby/Newby.html>

Consulta em Agosto 2001.

NORTE, MARIANGELA BRAGA. *Computador: da ficção científica à realidade da sala de aula*.
<http://www.pitt.edu/~mnorte/second.html> .
 Consulta em Agosto 2001.

ROKEBY, DAVID (1998). *The Construction of Experience: Interface as Content*.
<http://www3.sympatico.ca/drokeby/experience.html>
 Consulta em Agosto 2001.

ROSNAY, JOEL (1999). *La Société de l'Information au XXIe Siècle*. Ramsès 2000. Paris.
<http://194.199.143.5/derosnay>
 Consulta em Julho 2000.

SHEDORF, NATHAN. *What is Interactivity?*
<http://www.nathan.com/thoughts/interpres/>
 Consulta em Junho 2001.

SHERRY LORRAINE; HEWITT, J.; SCARDAMALIA, M. WEBB, J. (1997). *Situative Design Issues for Interactive Learning Environments: The problem of group coherence*. Annual Meeting of AERA.
<http://carbon.cudenver.edu/~lsherry/cognition/scard97.html>
 Consulta em Agosto 2000.

SIMS, RODERICK (1997) *Interactivity: A Forgotten Art*.
<http://www.gsn.edu/~docs/interact>
 Consulta em Setembro 2004.

SIMS, RODERICK (2001). *From Art to Alchemy: Achieving Success With Drexel Learning*. Deakin University, Victoria, Austrália.
<http://it.coe.uga.itforum/paper55/paper55.htm>
 Consulta em Janeiro de 2002.

SOULELES, NICOS (1998). *Interactivity in Teaching and Learning*. KvB Institute of Technology. Sydney Australia.
<http://www.kvb.edu.au/00.htm>
 Consulta em Julho 2001.

SUPPES PATRICK. *Models for Brain-Wave Recognition of Words and Associated data Analysis*.
<http://minerva.acc.virginia.edu/~philos/uvachi/suppes.htm>
 Consulta em Junho 2001.

TAYLOR, CURTIS (1999). *Interactivity*. California State University (San Marcos).
<http://public.csusm.edu/public/curtis/interactivity/hypertextual.html>
 Consulta em Julho 2001.

WOOLLEY, DAVID R. (1994). *PLATO: The Emergence of Online Community*.
<http://thinkofit.com/plato/dwplato.htm>
 Consulta em Agosto 2001.