

UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR
DEPARTAMENTO DE COMUNICAÇÃO E ARTES
UNIDADE ARTES E LETRAS



As novas tecnologias e o ensino.
Estereoscopia, possibilidades e limitações das
simulações para uma aprendizagem mais eficaz
da Geometria Descritiva.

Dissertação de Mestrado em Design Multimédia

por

Carlos Alberto Pires Rodrigues

Covilhã, 2008

UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR
DEPARTAMENTO DE COMUNICAÇÃO E ARTES
UNIDADE ARTES E LETRAS

As novas tecnologias e o ensino.

**Estereoscopia, possibilidades e limitações das
simulações para uma aprendizagem mais eficaz
da Geometria Descritiva.**

Dissertação de Mestrado em Design Multimédia orientada por

Águeda Simó, Professora Doutora

Universidade da Beira Interior

Departamento de Comunicação e Artes

Covilhã, 2008

Resumo

O desenvolvimento crescente de tecnologias emergentes vivenciado no final do século XX e em especial na última década trouxe-nos um potencial sem precedentes na história, para fomentar uma revolução no ensino. Não obstante, a aplicação destas tecnologias por ainda não ter atingido um estado de maturação desejável, não contribuiu como seria de esperar para a modernização das tradicionais aulas expositivas.

O objectivo deste estudo é analisar e compreender as potencialidades das novas tecnologias e o seu contributo para o processo de ensino/aprendizagem. As tecnologias emergentes utilizadas nos sistemas de Realidade Virtual e multimédia, concretamente os gráficos interactivos gerados por computador e a estereoscopia, como ferramenta alternativa e de modernização no processo de ensino/aprendizagem da Geometria Descritiva.

Palavras-chave: Estereoscopia, hipermédia, multimédia, Realidade Virtual e Geometria Descritiva.

Abstract

The development of emerging technologies at the end of the twentieth century and its application in educational practices has an unprecedented potential in history to promote a revolutionary improvement in the teaching/learning process. Nevertheless, the development of such improvement has not yet reached its maturity.

The purpose of this study is to analyze and understand the potential of new technologies and their contribution to the process of teaching/learning. Emerging technologies such as interactive and stereoscopic graphics used in Virtual Reality and Multimedia, are an interesting and powerful tool to modernize and improve the process of teaching/learning Descriptive Geometry.

Key-words: Stereoscopy, hypermedia, multimedia, virtual reality and Descriptive Geometry.

Capítulo 1

Introdução.

1.1 Importância e conveniência do tema.	12
1.2 Objectivos e metodologias.	18

Capítulo 2

Novas tecnologias: a Realidade Virtual.

2.1 Génese e Desenvolvimento da Realidade Virtual

2.1.1 Conceitos e definição de Realidade Virtual.	22
2.1.2 Breve história da Realidade Virtual.	25
2.1.3 Estereoscopia, uma história de sucesso.	31

2.2 Sistemas de Realidade Virtual.

2.2.1 Tipos de sistemas de Realidade Virtual.	36
2.2.2 Imersão, interacção.	40
2.2.3 Realidade Virtual passiva, exploratória ou interactiva.	46
2.2.4 Dispositivos de saída.	47
2.2.4.1 Dispositivos visuais.	49
2.2.5 Utilização de Realidade Virtual na Educação.	54

Capítulo 3

Novas tecnologias no processo de ensino/Aprendizagem

3.1 Aplicação de novas tecnologias na educação.	62
3.1.1 Multimédia.	68

Índice geral	9
3.1.2 Hipertexto.	75
3.1.3 Hipermédia.	83
3.1.4 A estereoscopia e a técnica de Chromadepth.	91
3.2 O caso da Geometria Descritiva.	103
3.2.1 A Estereoscopia como proposta de ensino/aprendizagem da Geometria Descritiva.	107
Capítulo 4	
Prática	
4.1 Objectivos e metodologia.	116
4.2 Directrizes para a criação de um interactivo.	120
4.2.1 Produção de animações 2D e 3D.	130
4.2.2 Apresentação multiformato da informação.	134
4.3 Aplicação prática.	137
Capítulo 5	
Discussão de resultados	
5.1 Discussão de resultados.	146
Capítulo 6	
Conclusões e sugestões para futuros trabalhos.	
6.1 Conclusões.	152
6.2 Sugestões para futuros trabalhos.	157

Capítulo 7**Referências bibliográficas e bibliografia geral**

Referências bibliográficas.	160
Bibliografia geral.	165

Capítulo 8**Anexos**

Anexo 01 – Óculos estereoscópicos.	172
Anexo 02 – CD interativo.	173

Capítulo 1

Introdução

1.1 Importância e conveniência do tema.

1.2 Objectivos e metodologias.

Capítulo 1

Introdução.

1.1 Importância e conveniência do tema.

As tecnologias da comunicação têm vindo a provocar profundas alterações na dimensão social e comunicacional das sociedades e, de forma lenta mas insidiosa, tendem para modificar o mundo, como qualquer outra tecnologia utilizada pelo Homem.

As tecnologias da comunicação têm vindo a provocar profundas alterações na dimensão social e comunicacional das sociedades e, de forma lenta mas insidiosa, tendem para modificar o mundo, como qualquer outra tecnologia utilizada pelo Homem.

Numa etapa de reorganização social, económica e educacional, com constantes mudanças de valores e referenciais o progresso e a evolução tecnológica são responsáveis não só por estas alterações, como modificam os padrões da realidade anterior, alterando de forma significativa as exigências.

Cada vez mais e de forma crescente, a necessidade de comunicação alterou-se para comportamentos nunca antes observados, tornou-se mais sensorial, mais multimodal e mais interactiva, portanto em formato multimédia. Aumentou a frequência e a qualidade das tecnologias computadorizadas permite que a mesma seja mais atraente, sedutora e apelativa. A capacidade de fazer chegar a mensagem ao destinatário não só se ampliou pelo uso de diferentes meios tecnológicos, mas tornou-se ainda mais eficaz pelo uso combinado de diferentes formatos.

Da mesma forma que alteram e moldam a sociedade, as tecnologias modificam e inovam igualmente as relações pedagógicas, como são uma ferramenta que permite melhorar e incentivar a interacção, possibilitando ganhos para o processo de ensino-aprendizagem a nível de dinamismo, inovação e capacidade de comunicação. Apesar de estas não substituírem o professor, seguramente que alteram algumas das suas rotinas e funções. Mais do que transmissor de conhecimento, passa a ser um orientador, um guia e motivador da curiosidade e sentido de pesquisa, adaptado às necessidades dos alunos.

Conceitos como interacção, imersão e envolvimento, nomeadamente estes dois últimos, são geradores de novas propostas de ensino/aprendizagem pois está-lhes subjacente a motivação para novas exigências que diferentes ritmos de aprendizagem impõem. Especialmente ligado a novas percepções, estes dois conceitos – imersão e envolvimento – caracterizam-se pelas suas particulares possibilidades de construção de sistemas de visão estereoscópica que permitem aos alunos uma sensação de aprendizagem muito próxima do que se passa na realidade.

Este estudo apresenta e aponta as potencialidades do uso da técnica da estereoscopia no processo de ensino aprendizagem da disciplina de Geometria Descritiva. Para tal, propõem-se a exploração da técnica de estereoscopia por disparidade cromática, “chromadepth”, uma das muitas possibilidades técnicas que permite a visualização estereoscópica, num ambiente multimédia educacional construído para o efeito, que permite aos estudantes a oportunidade de praticar a visualização espacial dos objectos de estudo, porque os sistemas de estereoscopia visual aproximam-se da visão espacial estereoscópica do ser humano.

Esta condição é propícia a ambientes geradores de um aumento do nível de atenção do usuário e conseqüentemente auxilia a aprendizagem no sentido de incentivar a exploração do ambiente representado, pese embora não ser uma experiência completamente imersiva, mas próximo da prática de percepção do ser humano.

O interactivo educacional que se desenhou e que permite a visualização estereoscópica dos objectos, tem como propósito ser tão-só um auxílio à visualização espacial dos objectos, capacidade que é por norma, uma das maiores dificuldades apresentadas pelos alunos no estudo da Geometria Descritiva, permitindo a exploração através de simulação estereoscópica, de modelos mais complexos, para além do que o seu imaginário mental permite.

O interactivo que se pretende como educativo, foi estudado par servir em ambientes de aprendizagem com intenções educativas específicas. Resolver um problema bem identificado e não para ser um substituto do professor, que em cada situação de ensino regular, deve promover métodos de ensino baseados em recursos mais modernos e intuitivos como apoio às actividades didácticas, com o sentido de reforçar os conteúdos programáticos ministrados.

Parte-se do início com a convicção de que no processo de ensino/aprendizagem da Geometria Descritiva, apoiar as aulas com recursos visuais estereoscópicos e apresentações de modelos tridimensionais animados seria extremamente produtivo para a percepção dos objectos sob diferentes ângulos. A aprendizagem com recurso e uso da técnica da estereoscopia vai certamente trazer benefícios ao aluno, uma vez que facilitará a compreensão de conceitos por meio de simulações do mundo tridimensional, com a qual despertará a consciência crítica e conseqüentemente soluções mais criativas.

Apesar do estudo também abranger diversos conceitos gerais sobre Realidade Virtual nos quais se explicam e aclaram definições e termos relacionados, também se expõem através de uma visão geral, os principais modelos de interacção existentes e relacionados com este, onde os conceitos explicitados procuram relacionar a Realidade Virtual aplicada ao processo de ensino-aprendizagem da Geometria Descritiva, porque esta pode ser definida como o paradigma da interface mais natural entre homem e a máquina, como proporciona ao usuário uma visão estereoscópica perfeita, e o uso de outros canais multissensoriais.

Para além deste paradigma, não se pretende que o estudo se encaminhe ou se aproxime de uma experiência de Realidade Virtual. A finalidade do estudo prevê ainda que a experiência estereoscópica seja acessível a todos, o que através do uso da Realidade Virtual não ocorreria quer pela tecnologia envolvida, quer pelos custos economicamente inacessíveis da experiência.

Ainda são apresentados conceitos sobre educação e a sua relação com as novas tecnologias. Esta correspondência faz-se pelo argumento e defesa cada vez mais crescente, que interactivos educacionais baseados em hipermédia ou multimédia representam uma forma poderosa e significativa de transmitir conhecimento.

O estudo tem como origem quer a prática quer a experiência lectiva do autor e o motivo principal são os resultados desfavoráveis cada vez mais crescentes, apadrinhados por grandes dificuldades, em visualizar os objectos no espaço por parte dos alunos, tanto mais que se trata de uma disciplina em que se exige um alto grau de abstracção para a sua compreensão. Tais resultados conduzem os alunos a níveis de desinteresse e frustração preocupantes. Consequentemente as deficiências na formação de base alastram-se para outros níveis de ensino e mais tarde para a prática profissional.

Apreciando o desenvolvimento tecnológico disponível e possíveis soluções decorrentes deste, as mais ou menos aparatosas pseudo soluções – recursos a que cada um e sem qualquer alicerce científico e pedagógico, resolve adequar ao que julga ser o melhor para os seus alunos – capazes de resolver tão embaraçoso problema, caracterizam-se por serem um retalho de utilizações avulsas de recursos tecnológicos enredados uns nos outros e que não corresponde verdadeiramente tanto quanto seria desejável à solução do problema. Cada um por si concebe e oferece aos alunos o que julga ser no momento, o melhor para eles.

Face a este problema muito bem identificado de longos tempos a esta data e a disponibilidade tecnológica disponível, procurou-se desenhar um interactivo educativo pensado para servir em ambientes de aprendizagem com intenções específicas e não um software genérico de apoio à aprendizagem da Geometria Descritiva. Aliado a este facto está a utilização de uma técnica estereoscópica – Chromadepth – e o interesse desta em gerar uma visão estereoscópica, poderosa aliada para a percepção de objectos no espaço.

É neste aspecto que o estudo procura inovar, apresentando o envolvimento estratégico da técnica de estereoscopia para auxiliar o estudo dos objectos em Geometria Descritiva. Num contexto de aproveitamento das qualidades únicas desta tecnologia e num ambiente inovador, desenhou-se um interactivo vocacionado principalmente para propiciar novas capacidades de percepção do espaço representado – espaço tridimensional.

Utilizada no âmbito restrito da Geometria Descritiva, esta tecnologia – estereoscopia por disparidade cromática – não imersiva, quando concertada com outros meios, nomeadamente combinação de meios multimédia, potencia não só o estudo dos objectos, como permite a desejada inter-relação aluno professor.

No que se refere ao tema proposto para estudo, não foram identificadas quer investigação quer na revisão da literatura, qualquer referência ao uso da técnica de Chromadepth para o estudo particular da Geometria Descritiva. Encontrou-se algumas referências na utilização da técnica para fins de visualização topográfica dos solos por parte da Agencia Aeroespacial Norte Americana (NASA), (imagem 01) e muitas referências a nível de visualização lúdica de posters e ilustrações.



Imagem 01 – Utilização da técnica para fins de visualização topográfica dos solos por parte da Agencia Aeroespacial Norte Americana (NASA) e referência a nível de visualização lúdica de posters e ilustrações.

A crescente procura de soluções multimédia que dêem resposta aos novos desafios decorrentes do actual processo educativo exige a procura e o desenvolvimento de soluções alternativas aos softwares educativos generalistas, resultantes das exigências impostas por problemas bem identificados e na deficiente resposta por parte destes. A solução não passa seguramente pela simples utilização da ferramenta informática; ela deve destacar a relevância científica e estudos cujos resultados prevejam o impacto nos alunos.

1.2 Objectivos e metodologias

O objectivo geral deste estudo é analisar e compreender as potencialidades das novas tecnologias e o seu contributo para o processo de ensino/aprendizagem. Saber se as tecnologias emergentes, nomeadamente a Realidade Virtual, hipermédia e multimédia se adequam e se ajustam à nova realidade; de que forma se podem aplicar a novos “cenários” de aprendizagem e em que medida o seu contributo estabelece novos paradigmas num espaço cada vez mais multimodal na educação. Propõem-se ainda comprovar as possibilidades do uso da estereoscopia em ambiente de ensino/aprendizagem, onde imperam enormes dificuldades por parte dos discentes na disciplina de Geometria Descritiva, em visualizar de forma abstracta “objectos” situados no espaço.

Como objectivo específico é proposto o estudo e o desenvolvimento de um protótipo; um interactivo em ambiente multimédia de ensino-aprendizagem, em que a estereoscopia e em particular a técnica estereoscópica por disparidade cromática “*Chromadepth*”, são utilizadas no ensino específico da Geometria Descritiva, a qual demonstra ter enorme potencial na visualização tridimensional de objectos, (ponto, recta e plano) e aspira-se proporcionar ao usuário através da experimentação de percepção espacial do objecto em análise, a possibilidade de enriquecer os seus conhecimentos e consolidar as aprendizagens.

Para alcançar os objectivos a metodologia proposta é:

- Revisão das tecnologias aplicáveis: o caso da Realidade Virtual, hipermédia, hipertexto e multimédia.

- Analisar, discriminando as principais vantagens e desvantagens, das tecnologias que utilizem a estereoscopia como ferramenta de ensino aprendizagem;

- Comprovação teórica do ponto de vista pedagógico, que consolida o modelo proposto de ensino aprendizagem da Geometria Descritiva.

- Construção de um interactivo protótipo, envolvendo conteúdos da área de Geometria Descritiva.

- Uso de software/ferramentas 2D (Flash) e 3D (3DStudioMax), para interacção.

- Utilização do interactivo por parte dos alunos do ensino secundário e/ou superior.

- Uso de sessões consultivas/aconselhadoras com objectivo de caracterizar os alunos envolvidos, e coligir informações de procedimentos perante o modelo proposto.

- Análise dos dados para legitimação do modelo proposto.

Capítulo 2

Novas tecnologias: a Realidade Virtual

2.1 Gênese e Desenvolvimento da Realidade Virtual.

2.2 Sistemas de Realidade Virtual.

Capítulo 2

Novas tecnologias: a Realidade Virtual.

2.1 Génese e Desenvolvimento da Realidade Virtual

2.1.1 Conceitos e definição de Realidade Virtual.

O conceito de Realidade Virtual está entre o limite da interacção Homem/máquina e a combinação possível de tecnologias. Esta perspectiva não apresenta limites muito bem definidos apesar de haver consenso no facto de que, qualquer que seja o tipo de Realidade Virtual, o ambiente é sempre gerado por computador e domina pelo menos um dos sentidos. A visão.

Embora possa haver divergências em relação ao tipo de aplicação que pode ser classificado de Realidade Virtual, um facto comprovado é o de ter que existir sempre uma interacção espacial real, num espaço virtual, que do ponto de vista do observador, a sua escala e profundidade geram a sensação de imersão e proximidade – impressão de tridimensionalidade, nos eixos cartesianos X, Y e Z – permitindo a locomoção em diferentes direcções no espaço.

Hoje e noutras perspectivas as aplicações de Realidade Virtual não têm obrigatoriamente de ser completamente imersivas. As navegações através de óculos ou capacetes estéreo *head mounted display* (HMD) são naturalmente preferíveis às navegações tridimensionais por meio de monitor e com controlo do “rato” mas, e pela diferença de interface tecnológica, não deixa de ser uma experiência de Realidade Virtual. É precisamente nesta multiplicidade de ofertas e avanços

tecnológicos que ao longo da história da Realidade Virtual, encontramos diferentes conceitos e definições.

Do ponto de vista tecnológico, podemos dizer que a Realidade Virtual é actualmente o supremo paradigma da interface Homem máquina (computador). Ela permite um mecanismo de interacção que proporciona uma condição mais perfeita e mais interessante de trabalhar, aprender ou divertir. *“Esta forma das pessoas visualizarem, manipularem e interagirem como os computadores e dados extremamente complexos, ideias como imersão, interacção e envolvimento com o ambiente virtual são consideradas básicas e fundamentais”* (Kirner, 1997). É precisamente esta característica interdisciplinar que interliga Homem e máquina, que a torna cada vez mais um “instrumento” de novas experiências e formas de conhecimento que, pela complexidade ou pela sua especialidade, só são possíveis através dela. Nessa nova forma de experienciar algo, que na realidade não seria possível, intervêm e envolvem-se vários sentidos.

Procurar uma definição que caracterize a Realidade Virtual significa obrigar a percorrer as décadas de história da sua existência. Isto manifesta que a expressão Realidade Virtual, o seu conceito e a sua definição, se alterou ao longo do tempo e de acordo com a tecnologia utilizada.

De forma mais simples e na sua essência poderá caracterizá-la como um meio multimédia alicerçado na tecnologia informática que através de um sofisticado interface, permite ao utilizador participar num ambiente sintetizado e gerado por elaboradas fórmulas matemáticas. Este ambiente virtualmente convertido em real, só é possível pelo auxílio do computador e, sem o qual, o ambiente suspende-se. ⁽¹⁾ *“A proximidade ou a participação é tanto mais intensa e “verdadeira”, que a noção de*

(1) - Suspende-se, não deixa de existir na medida em que no próximo “on” da máquina, podemos recupera-lo e reproduzi-lo tantas as vezes quantas forem o nosso desejo, sem que por isso se tenha alterado fisicamente pelo espaço/tempo.

distância entre os eventos percebidos e o “espectador” deixa de existir. Sofisticados interfaces físicos quebram a barreira da distância Homem vs máquina e tem-se a sensação de participação”. (Pantelides, citado por Pimentel, 1993)

“ O que prometem as realidades artificiais não é a reprodução da realidade convencional nem actuar sobre o mundo real. Em concreto, é a oportunidade de criar realidades sintéticas das quais não há antecedentes reais, algo conceptualmente excitante ...” (Krueger, citado por Simó, 2006)

Procurar forçar uma definição universalmente aceite de Realidade Virtual, obrigaria a utilização uniforme de uma só tecnologia para todas as possibilidades de Realidade Virtual. Seria redutor e pouco versátil que ao juntar os altos custos do seu desenvolvimento e implementação de sistemas, tornar-se-ia um obstáculo maior à sua aceitação. Assim, pela diversidade e pluralidade de tecnologias utilizadas, a definição tem obrigatoriamente de ser igualmente plural e diversa.

“ Portanto, um ambiente virtual, é um ambiente gerado por um computador em tempo real, interactivo e imersivo e que utiliza pelo menos técnicas de geração de gráficos em tempo real, de sistemas de tracking e de simulação da visão humana” (Simó, 2006)

Comummente aceite e reconhecido por todos é o facto de se tratar de uma tecnologia que privilegia as relações Homem máquina e é gerado por um computador que em tempo real dá resposta às indicações/ordens do usuário e lhe permite uma navegação em ambiente virtual. Independentemente das técnicas utilizadas e do aparato tecnológico para a criação desse ambiente, a sensação de participação activa deve ir ao encontro de uma maior ou menor imersão, interacção e simulação,

respectivamente responsáveis pela sensação de presença no ambiente, capacidade de manipulação de “objectos” e resposta às acções do usuário em tempo real e imperceptível.

2.1.2 Breve história da Realidade Virtual.

Ao longo da história o ser humano procurou compreender a essência das coisas e desde muito cedo que a sua preocupação foi traduzi-las para outras formas de percepção. Na pintura, no teatro, na música ou na escrita, sempre se preocupou em encontrar forma de representar e misturar a realidade com o imaginário. Representou assim outras dimensões do tempo, outras e novas perspectivas do presente e do futuro e foi capaz de representar velhas ideias em novos contextos.

Já no século IV a.C. e V a.C. a civilização grega encontrou no teatro uma forma de despertar o interesse e a atenção do público, simultaneamente envolvendo-o para reflexões filosóficas ou despertando as suas emoções através de simulações cuidadosamente construídas. Estas simulações, performances cuidadosamente criadas e representadas em espaços especiais, proporcionavam experiências únicas, em que a audiência e em particular o espectador estavam imersos na cena que visualizavam, não só pelo o que se via representado, mas por um conjunto de outros estímulos sensoriais, nomeadamente os sons cuidadosamente criados e expressos na representação. O espectador era colocado num ambiente cujos estímulos sensoriais proporcionava a sua imersão e facilitavam o engajamento do espectador para o ponto de vista que se estava a cuidar.

No século XV, Giotto, pintor Florentino, desenvolveu um método de representar a terceira dimensão em perspectiva, num espaço

plano, bidimensional. Criou assim a sensação da percepção do efeito de profundidade num espaço bidimensional, tornando-se no fundador de uma técnica utilizada na representação bidimensional. O uso crescente da técnica da perspectiva na arte, entusiasmou o público e o efeito da sensação de profundidade na pintura transportou-o através do efeito perspectivo, para o interior da obra, tornando assim a obra numa janela para outras dimensões do espaço e do tempo.

Em 1788, o pintor escocês Robert Barker, pintou uma obra de 360° de uma vista da cidade de Edimburgo. A obra estava colocada numa sala circular criada para o efeito e o espectador inserido no seu interior, tinha uma percepção envolvente, completa e imersiva do que via. O autor deu-lhe o nome de “*Panorama Painting*”. Esta representação panorâmica do espaço, permitiu um novo nível de realismo e 150 anos mais tarde, a indústria cinematográfica Norte Americana, redescobre esta nova e envolvente forma técnica de representação do espaço e renomeia-a de “*Cinerama*”. (imagem 02)

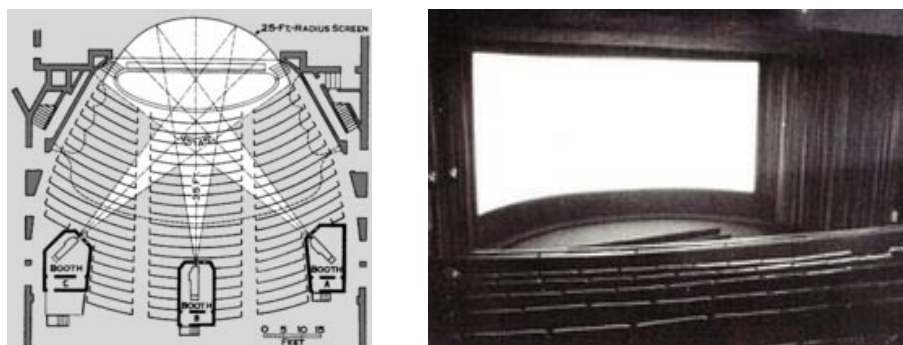


Imagem 02 – Cinerama.

Fonte: <http://en.wikipedia.org/wiki/Cinerama> e <http://salasdecinemadesp.blogspot.com/2007/09/maravilhas-do-cinerama-por-joo-luiz.html>.

O Cinerama, projecção cinematográfica numa tela de 180°, torna-se como a mais popular forma de entretenimento cinematográfico, quer na Europa, quer na América do Norte.

Todas estas técnicas já descritas, tiveram a intenção e a finalidade de atribuir mais realismo e um certo grau de imersão ao espectador, chegando mesmo a conjugar-se elementos reais e pinturas de forma que a sua representação se misturasse e proporcionasse um grau de realidade virtual ao evento, como no caso da “Panorama Painting”. Poderá dizer-se que estas foram as primeiras experiências providas de uma sensação de imersão e realidade virtual ou experiência virtual, proporcionando sensações reais de lugar e de tempos distintos.

Em meados do século XIX, a fotografia tornou-se mais popular e pela primeira vez o “espectador” teve em sua presença reproduções exactas, imagens de lugares reais. Com o natural desenvolvimento da fotografia, a sua evolução técnica quis acrescentar mais e maior realce como também realismo a quem as observava e no ano de 1883, Wheatstone inventou um dispositivo óptico estereoscópico.

Para uso individual e de simples manejo, permitia que um par estéreo de imagens e um instrumento óptico proporcionasse a percepção e o efeito de profundidade nas imagens visualizadas. O princípio utilizado por este sistema para proporcionar o efeito de profundidade visual, é baseado numa câmara de duas lentes e de dois negativos que registavam de forma independente a imagem. Da mesma forma, o efeito de profundidade é sugerido ao espectador porque cada olho recebe em separado a mesma imagem; o olho esquerdo não vê a imagem que o olho direito vê e o olho direito não vê a imagem que o olho esquerdo vê. Assim, as imagens em separado para cada olho, proporcionam a visão estereoscópica.

Esta invenção evoluiu apenas para a produção massificada dos dispositivos e nunca foi capaz de evoluir para a visão estereoscópica de imagens em movimento. Na sua primeira apresentação de um filme 3D, no dia 10 de Junho de 1915, no Teatro Astor de Nova Iorque, com um programa que constou de três apresentações “*Cena Rural nos E.U.A.*”, “*Cenas de Jogadores Famosos*” e um “*Travelling das Niagara Falls*”, através da técnica anaglífica (cor verde e vermelha), não foi propriamente um sucesso e Lynde Denning registou na revista “*Moving Picture Mundo*” o facto das reflexões da água de um lago serem avermelhadas não pode ser um sucesso comercial. O primeiro filme comercial 3D conhecido de Deverich Nat’s foi estreado no Teatro Ambassador Hotel, Los Angeles, em 27 de Setembro de 1922 e usou a técnica anaglífica. (Berezin Stereo Fotografia Produtos, 2008) O sucesso do visor estereoscópico deve-se ao facto de proporcionar um entretenimento e a ilusão da realidade por um valor economicamente acessível e só o aparecimento da Televisão o destronou, tornando-se num irresistível meio visual para os consumidores. Segundo Ken Pimentel, (Pimentel, 1993) “*a invenção de Wheatstone pode ser considerada a versão dos vídeo games dos anos de 1800, em que existia em cada casa um dispositivo estereoscópico*”.

Em 1952 é apresentado pela primeira vez um novo formato de projecção em que o espectador sente um grande sentido de presença, como se dentro do filme estivesse; imersão. Sobre o assunto e a capacidade do Cinerama deslumbrar as audiências, o crítico Bosley Crowther, citado por Pimentel (Pimentel, 1993), relata a sua experiência realista e atesta o choque da surpresa quando sobre a tela se projectaram as imagens em movimento. Remata a sua crítica com a frase “*francamente e exclusivamente sensacional, no sentido literal da palavra*”.

O “Cinerama”, projectado em três telas de projecção cinematográficas diferentes e curvadas para dentro, foi o principal precursor e permitiu influenciar o desenvolvimento de um simulador baseado em vídeo denominado de “Sensorama”. Morton Heilig, cineasta de profissão, foi o responsável pelo desenvolvimento no ano de 1956 deste simulador e permitiu que a indústria do entretenimento participasse no surgimento da Realidade Virtual. O Simulador compunha-se de um dispositivo em forma de cabine, que proporcionava visão estereoscópica, som estereoscópico, tacto, vibrações mecânicas, aromas e deslocamentos de ar movido por ventiladores. Este conjunto de recursos permitia ao utilizador uma experiência multissensorial, que simulava a realidade. A máquina envolvia o utilizador produzindo uma realidade artificial. (imagem 03)

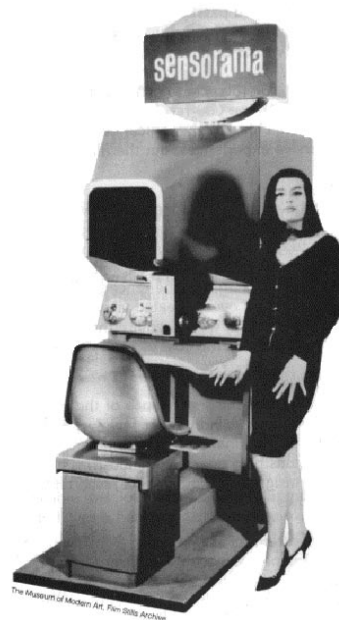


Imagem 03 – Sensorama

Fonte: Pimentel (1993).

No ano de 1961 Comeau e Bryan através da empresa Philco, construíram um rastreador de posição num capacete apetrechado de um visor, que permitia o controlo por parte do usuário de uma câmara de televisão em circuito fechado através dos movimentos giratórios da cabeça.

Sete anos mais tarde, 1968, Sutherland constrói o primeiro capacete de visualização de imagens geradas por computador com rastreamento da posição da cabeça. Este invento é por muitos considerado como o marco que assinala o início do efeito de imersão em ambiente virtual; será o início da Realidade Virtual. No ano de 1977 Dan Sandin, Thomas Defanti, Richard Soyre e Thomas Zimmerman desenvolvem as primeiras luvas, para serem acopladas a um computador e em 1987 a empresa VPL Research Inc através de Thomas Zimmerman, colocou no mercado o mesmo produto sob a designação de “Data Glove”.

Em 1982, Thomas Furness cria o “Super Cockpit”, um simulador que reproduzia pela simulação a cabine de um avião, através do uso de computadores e de um vídeo capacete, representando o espaço gráfico em 3D. O uso deste simulador servia para o treino de pilotos em seis situações diferentes de voo, sem no entanto nunca terem descolado. Este dispositivo de simulação dispunha de um excelente sistema de rendering e as suas imagens complexas possuíam uma excelente qualidade.

No ano de 1986 a NASA passa a dispor de um ambiente totalmente virtual que permitia aos seus astronautas ordenar comando pela voz e sintetizar voz e som 3D. Para além disto podiam manipular objectos virtuais através do movimento das mãos. Através do trabalho desenvolvido pela NASA, criou-se a consciência de que o conjunto destas novas tecnologias permitia a possibilidade de comercialização e foram inúmeros os programas de pesquisa que algumas organizações

começaram a desenvolver software e a desenvolver e a vender produtos ligados à realidade Virtual. Neste âmbito, em 1989 a AutoDesk apresentava o primeiro sistema de Realidade Virtual baseado num computador pessoal.

A partir desta data o avanço e as pesquisas desenvolveram-se em torno do interesse das aplicações a nível industrial e o seu crescimento como a sua crescente procura têm provocado uma rápida redução de preços. Os domínios para os quais a Realidade Virtual abriu portas antes não imaginada, situam-se sobretudo em áreas em que a simulação ou o treino são de primordial utilidade, podendo ampliar-se realidades até ao mínimo dos seus detalhes, permitindo avaliar situações em concreto sem pôr em perigo ou aumentar os seus custos.

A realidade Virtual tem crescido cada vez mais como opção de lazer e os usuários procuram cada vez mais, participar em viagens num mundo extraordinário que não é o seu.

2.1.3 Estereoscopia, uma história de sucesso.

A palavra “estereoscopia” descende do grego “*stereo*” e “*skopia*” que estabelecem o significado de “visão em volume”.

Para a compreensão da história da estereoscopia há a necessidade de estabelecer as diferenças semânticas que nos dias de hoje por desconhecimento público, naturalmente e de forma vulgar, se mesclam os termos “3D” e “estereoscopia”. O termo “3D” mais generalista tende a encerrar sobre si mesmo toda a produção de “efeitos de relevo” enquanto que a “estereoscopia” envolve imperiosamente a binocularidade e a consequente síntese de duas imagens díspares

conhecidas por *stereopsis*, pese embora a existência de outras técnicas estereoscópicas, faladas neste estudo.

Segundo Adam, (Adam, 2003) pode-se datar a invenção do estereoscópio no ano de 1833, pois foi o ano em que Charles Wheatstone apresentou à Real Sociedade um aparelho estereoscópico da sua autoria e que viria a servir de base a todos os instrumentos subsequentes. Inicialmente Wheatstone usava desenhos no seu estereoscópio e foi a fotografia que permitiu uma galopante expansão e o grande desenvolvimento desta técnica. Apesar de se antecipar à fotografia, a estereoscopia acompanha todas as fases do desenvolvimento fotográfico e com ela reforça o seu carácter paradigmático óptico do século XIX.

O sucesso da estereoscopia e o carácter eminentemente de fenómeno de massas dá-se no ano de 1851 quando a técnica é publicamente apresentada na Exposição Universal de Londres por acção de David Brewster. O sucesso do “fenómeno óptico” foi imediato e as vendas de estereoscópios catapultou-se atingindo as mil unidades vendidas num só ano de existência. Este êxito não se cingiu apenas ao Reino Unido, mas envolveu todo o mundo civilizado. Dez anos mais tarde, no ano de 1862 e pelas mãos de Oliver Holmes, adepto incontestável da estereoscopia e o seu mais entusiasmado difusor, que a London Stereoscopic Co., vende mais de um milhão de cartões fotográficos na Exposição Universal de Londres, apoiando-se no slogan “*nenhuma residência sem o estereoscópico*”. Holmes propõem a estereoscopia como uma espécie de viagem virtual, cunha várias frases e desenvolve muitas das ideias que foram depois amplamente mobilizadas: “*o transporte no tempo e no espaço, acesso privilegiado à realidade visual, aspectos educacionais e edificadores da visão estereoscópica*” (Adam, 2003) que foram utilizados em propaganda por parte dos vendedores de estereoscópios. O acervo da documentação

estereoscópica era extremamente rico e extenso, abrangendo quer a geografia humana quer a geografia terrestre, “*permitindo uma visão geral do mundo em substituição da viagem real*” (Adam, 2003). “*À lareira temos a vantagem de poder examina-las (as vistas) sem o desconforto da experiência real*” (Adam, 2003). Já nesta altura, a visão extraordinária para a aplicação científica dava os primeiros passos e é a produção pornográfica que ganha com a sua extensa produção. Se é surpreendente a verbosidade nas ideias acerca da estereoscopia, também é surpreendente que ideias como a de “Realidade Virtual” ligada ou decorrentes da estereoscopia, tenham surgido tão cedo.

A estereoscopia parece estar a ser reconhecida como a maravilha da época e poderá dizer-se que é um formato a aguardar desenvolvimento para outras aplicações, cuja singularidade é amplamente reconhecida mas de difícil aplicação. “*Crary, no seu livro , Techniques of the Observer (1990) apresenta a estereoscopia como metáfora visual para o século XIX, em oposição à câmara escura que sintetiza o regime visual do século XVIII*”. (Adam, 2003) Esta ideia representa o raio de luz que passa do exterior para o interior sem qualquer barreira e a cada alteração desse espaço exterior corresponderá uma diferente representação interior. Contrariamente, a estereoscopia não representa o real, mesmo a partir da fotografia, representa sempre uma imagem sintetizada obtida das diferenças verificadas entre duas imagens.(Adam, 2003)

Ao perscrutar a história da estereoscopia fica-se com a ideia de que o sucesso do estereoscópio se deve sobretudo ao lado mais fantasioso e de ócio que o mesmo poderia proporcionar, mas a medicina utilizou-a de forma desenvolvida e abundantemente na radiografia, sendo através do Stereoscopic Atlas of Anatomy, com sucessivas reedições, que consagrou a estereoscopia em “*soberbas imagens do labirinto*

auricular de vários animais”. (Adam, 2003) São também conhecidos os usos que a estereoscopia teve no campo das ciências militares já assinalados no ano de 1866 em contexto de aprendizagem, e com o desenvolvimento da fotogrametria a estereoscopia serve para facilitar o estudo do campo de batalha.

Nas últimas décadas do século XX a técnica e as tecnologias relacionadas com a estereoscopia têm sido cada vez mais utilizadas em áreas como a medicina, a indústria e a educação. Actualmente são muitos os campos do conhecimento que se relacionam com a estereoscopia e a sua capacidade em gerar imagens tridimensionais partindo de imagens bidimensionais para simular a visão humana. Com esta técnica consegue-se ultrapassar a percepção rudimentar da profundidade, proporcionado apenas pelas leis da perspectiva. O ambiente gerado parece quase natural e o dispositivo estereoscópico, envolve e dá ao observador a sensação de profundidade.

O uso da estereoscopia está na sua capacidade para facilitar a visualização de situações particularmente complexas de espacialidade. A procura cada vez mais crescente de ambiente de alto desempenho e com baixos custos económicos, têm impulsionado as pesquisas nesta área. É em estrita relação com a Realidade Virtual que a relevância da pesquisa sobre a estereoscopia tem sofrido maior evolução tecnológica e relevo científico, tanto mais que a procura por este tipo de sistema de representação tem sido crescente por áreas científicas muito diversas.

Actualmente a estereoscopia evoluiu para sistemas que dispensam qualquer tipo de óculos especiais. São sistemas auto estereoscópicos que mostram imagens tridimensionais com base num par estéreo que é segmentado em colunas ímpares e pares do monitor. Para obter o efeito estereoscópico é utilizada uma película lenticular colocada na superfície do monitor que direcciona cada segmento da

imagem para cada olho do observador. Esta técnica permite múltiplos observadores ao mesmo tempo e os seus inconvenientes estão na necessidade do observador se manter estático na sua posição e cada olho só vê metade da resolução horizontal do monitor.

Os dispositivos holográficos baseiam-se na tecnologia de projecção traseira e um monitor holográfico que reconstrói todos os raios de luz que estão presentes na visão tridimensional. É apresentada ao observador uma imagem virtual contínua e este é livre de circular na área envolvente ao monitor sem perda de qualidade da imagem 3D.

Os estereogramas holográficos, técnica avançada de fotografia que cria imagens que pelo efeito de ilusão óptica parecem ser tridimensionais, utiliza um raio laser que sensibiliza microscopicamente a película fotossensível. Ao receber a luz de uma perspectiva correcta, projecta imagens em três dimensões. A sua principal desvantagem está no alto custo económico e as dificuldades na iluminação adequada.

A técnica de Helio Display, (imagem 04) é uma técnica interactiva que projecta no ar, imagens estáticas ou em movimento e permite a sua manipulação. Estas imagens bidimensionais não são holográficas. A técnica consiste na projecção para o ar de micro partículas que produzem no ar uma imagem visível. A nuvem de partículas é projectada e iluminada de baixo para cima gerando uma imagem que flutua no espaço.



Imagem 04 – Dispositivo Helio Display.

Fonte: Departamento de Sistemas Informáticos y Computación, Universidad Politécnica de Valencia, (Escrivá, 2006).

2.2 Sistemas de Realidade Virtual.

2.2.1 Tipos de sistemas de Realidade Virtual.

O que caracteriza principalmente os sistemas de Realidade Virtual é a sua interface visual. Os sistemas diferem entre si a vários níveis mas basicamente é o nível de imersão – imersivos ou parcialmente imersivos – e o nível de interactividade proporcionado ao usuário que os distingue. Para esta distinção contribuem os dispositivos de entrada e dispositivos de saída utilizados.

Simó (Simó, 2006) com base numa aproximação a uma possível definição de Realidade Virtual, “*gráficos em tempo real, interactividade e simulação da visão humana*” classifica os tipos de sistemas de Realidade virtual em função das interfaces físicas que cada sistema utiliza.

Da sua classificação pode-se concluir que sistemas como “Fish tank / DesKtop Virtual Rality”, “Idesk”, “Iwall”, “Responsive Workbench”, “Holobench” e “Augmented Reality”, são sistemas não imersivos e que sistemas do tipo “CAVE”, “Simuladores de veículos”, “Head Mouted Displays (HMD)” e “Sistemas de Telepresença / Teleoperação”, são imersivos.

As suas características são:

- Fish tank / DesKtop Virtual Rality necessita de óculos de visão estereoscópica e de um monitor na frente do qual se senta. Os monitores auto-estereoscópicos dispensam os óculos. Este sistema não é imersivo devido ao restrito campo visual e também à visão periférica do usuário.

- Iwall e Idesk são sistemas de projecção estereoscópica que podem ser utilizados simultaneamente por vários usuários. O Iwall caracteriza-se por ter uma tela – de grandes dimensões – de projecção vertical que pode ser panorâmica e o Idesk varia nas dimensões da tela e na possibilidade de inclinação variável.

- Responsive Workbench é um sistema estereoscópico em que as imagens são projectadas numa superfície horizontal e permite a visualização estereoscópica a múltiplos usuários. Este sistema acarreta algumas distorções visuais para aqueles que não estão a ser monitorizados.

- Holobench é um sistema estereoscópico que utiliza duas telas de projecção, uma vertical e outra horizontal fazendo um ângulo de 90 graus.

- Augmented Reality é um tipo de Realidade Virtual que utiliza um conjunto de três componentes necessários para a construção

de um sistema: “head-mounted display”, “tracking system” e “mobile computing power”. (imagem 05) Basicamente é um sistema que sobrepõem gráficos, áudio dados, diagramas ou animações gráficas, sem perderem o contacto visual com o mundo real. Este tipo de Realidade Virtual serve para agregar informação sobreposta à visão real do mundo. No campo militar, este tipo de Realidade Virtual é largamente utilizada pelo facto de permitir ao soldado a visão acrescida de informação sem perder o contacto com o campo de batalha. Esta tecnologia migrou para a aeronáutica civil e é frequentemente utilizada por pilotos em rotas comerciais. A televisão também se serve desta tecnologia para serviços noticiosos, jogos, corridas, etc.

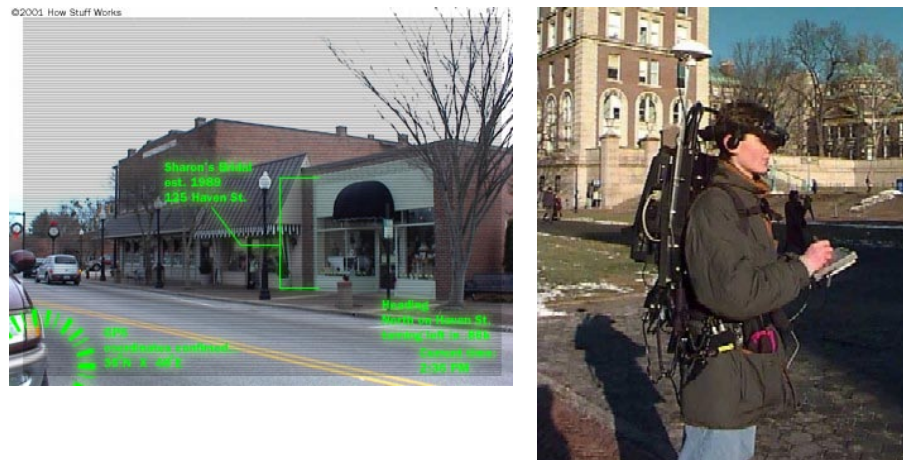


Imagem 05– Dispositivo de Augmented Reality

Fonte: Columbia University Computer Graphics and User Interfaces Lab

- CAVE é um sistema de múltiplos usuários de projecção estereoscópica que permite a imersão total e que pode ter dimensões variáveis. Este sistema de projecção pode ser feita em quatro telas ou em seis telas - cubo - e que permite a imersão completa por imagens estereoscópicas.

- Simuladores de veículos são tão simplesmente uma simulação básica que imita o interior e os comandos de funcionamento de um qualquer veículo, montados sobre plataformas móveis hidráulicas. No interior dessa réplica são disponibilizados ao usuário todos os



Imagem 06 – Simulador de voos militares, para fins de treino durante a Segunda Grande Guerra. Flight simulation in the C-3 Link Trainer, U.S. Army Air Forces, 1940s. A cadet takes the controls, and a nearby instructor relays commands by telephone.

Fonte: <http://original.britannica.com/eb/article-253104/virtual-reality>

comandos e funções e, monitores, projecções de vídeo ou Head Mouted Displays (HMD) apresentam um mundo virtual que reage de acordo com as ordens operadas pelo usuário. Este tipo de sistema tem origem no simulador de voos militares, para fins de treino durante a Segunda Grande Guerra. (imagem 06)

- Head Mouted Displays (HMD) está mais associada à Realidade Virtual até porque o sistema dispõe de um processo de rastreamento dos movimentos da cabeça que permite o feedback da imagem, enquanto as imagens são exibidas directamente ao usuário e de acordo com os seus movimentos. Para melhorar a imersividade, as imagens apresentadas são estereoscópicas e ainda pode ser acoplado de igual modo, som estéreo.

- Sistemas de Telepresença / Teleoperação servem-se de vídeos ou de simulações gráficas de grande precisão criadas por computador para envolver o usuário de forma intensa num ambiente virtual. É utilizada em situações de trabalho real em que a presença do usuário não se pode efectivar quer por razões de segurança para ele, quer por situações de impossibilidade de permanência física no espaço a trabalhar. Sistemas de controlo robotizados operam por acção e ordem do usuário, enquanto câmaras de vídeo permitem gerar o ambiente virtual. Este sistema inclui algum tipo de interface táctil ou de força, permitindo desta forma um reforço à informação visual, muitas vezes fundamental para as tarefas a realiza. No campo da medicina, esta técnica começa a estar largamente utilizada tornando as acções médicas menos invasivas.

2.2.2 Imersão, interacção.

Uma das questões mais importante sobre Realidade Virtual, diz respeito ao facto de poder ser imersiva ou não. A imersividade está directamente ligada ao órgão do sentido da visão e obtêm-se usando para o efeito capacetes ou espaços de projecção. Apesar de predominar a visão para a sensação de imersão, outros dispositivos que estimulam os restantes sentidos, contribuem para ampliar ainda mais a sensação de imersão.

O uso de monitores e dispositivos como o “rato” classificam a experiência de não imersiva e não é pelo uso de determinados dispositivos tecnológicos que a experiência deixa de ser considerada Realidade Virtual. Pese embora o uso de capacetes *Head-Mounted Display* (HMD) como condição propiciadora de uma plena imersão, o uso de monitores é aceitável e tem outras vantagens que podem ser

equacionadas quando há inconvenientes decorrente do uso de capacetes, – necessidade de interacção presencial com pessoas ou quando o uso de um ambiente virtual completamente imersivo possa causar problemas físicos ou emocionais – e/ou limitações tecnológicas – equipamento tecnológico dispendioso para justificar seu uso, considerando os resultados previstos. A evolução desta tecnologia vai ao encontro de criação de “salas” de projecção com sofisticados interfaces que permitem a imersão total na experiência (Locomotion Interface: Treadport e cave). (imagem 07 e 08)



Imagem 07 – Treadport original.

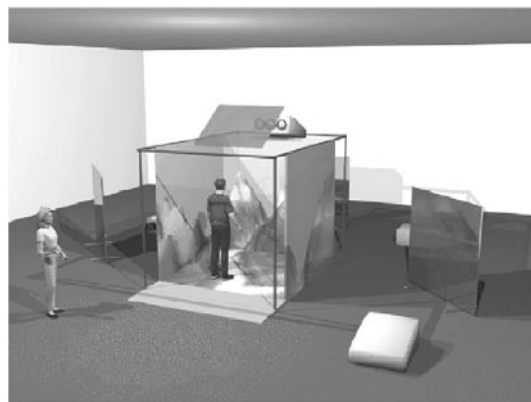


Imagem 08 – Ilustração de uma CAVE.

O vocábulo imersão está associado a mergulho. Quando se mergulha, literalmente fica-se envolvido pelo ambiente (meio) no qual se imergiu. É precisamente nessa perspectiva que o conceito de Realidade Virtual caminha; envolver ao máximo aquele que explora a experiência – usuário. Permitir ao usuário através de um ambiente de Realidade Virtual, a sensação de plena e real participação, interagindo com o ambiente sintético por meio de diferentes interfaces físicas: sonoras, tácteis e hápticas, etc.. Este tipo de tecnologia háptica permite ao usuário, através de sofisticada interfaces, experimentar a sensação do toque através de aplicação de forças reactivas. Consiste numa estimulação mecânica que permite ao usuário ter um controlo cuidadoso sobre objectos virtuais ou em controlo remoto de máquinas (teleoperadores). A Realidade Virtual não imersiva opera com dispositivos que também permitem um grande grau de interactividade. Esta interactividade dá-se de preferência na relação operacional “rato” monitor e permite que o usuário explore de forma imperativa, o cenário 3D.

O Conceito de interactividade, primordial para o estudo da comunicação mediada por uma máquina, em especial o computador, tem tido muitas e desconformes definições, algumas delas bastante vulgares e que em nada contribuem para o seu entendimento e para o desenvolvimento de interfaces capazes de uma real e permanente comunicação.

É vulgar e muito comum considerar que na presença de ícones clicáveis e textos servidos de palavras âncora, que estamos na presença de um produto interactivo; na verdade o que este tipo de interface disponibiliza é tão-somente uma acção passiva do utilizador o que para alguns autores é considerado como exemplo de reactividade. (Albuquerque, 2000), (Gomes, 1995), (Coutinho, 2005) Na verdade a interactividade é mais do que um simples clicar sobre um ícone para

aceder a uma nova operação. Mais do que a interacção possibilitada pelo clique sobre o ícone, a interactividade deve permitir uma acção criativa entre o sujeito e a máquina, em que cada ente altera o outro, a si próprio e também a relação existente entre eles; a sua eficiência está alicerçada e fundamentada por um conhecimento profundo da comunicação Humana e das relações de influência mútua entre os dois ou mais entes. Para André Lemos, (Lemos, 1997) o actual conceito de interactividade não é mais do que uma *“nova forma de interacção técnica de características electrónicas que se diferencia da interacção dos media tradicionais e àquilo que se apelida de interactividade não é mais do que um processo baseado em manipulações de informação binária, em que existe um diálogo Homem vs máquina, em tempo real e efectivada numa zona de contacto a que se dá o nome de interface gráfica”*.

Steuer, (Steuer, citado por Primo, 2004) define interactividade como *“a extensão em que os usuários podem participar modificando a forma e o conteúdo do ambiente mediado em tempo real”* o que se diferencia do conceito de imersão/envolvimento, por se tratar de um experiência que depende do estímulo sensorial, determinada pelo sistema tecnológico do meio.

Para o autor existem três factores que contribuem para a interactividade e que são a velocidade, a amplitude e o mapeamento. A velocidade refere-se à resposta do sistema e a capacidade deste em dar respostas instantâneas e em tempo real, de poder alterar o ambiente. No que se refere à amplitude, o autor considera a quantidade de atributos do ambiente que podem ser manipulados e as respectivas variáveis que cada atributo disponibiliza. Quanto maior o número de modificações, maior é a amplitude e maior é a interactividade do meio. O mapeamento refere-se ao controlo das acções humanas conectadas ao ambiente. O controlo

pode ser completamente natural ou ser completamente direccionada. O desenvolvimento de metáforas por parte de estudiosos tem levado à criação cada vez mais crescente de interfaces cuja utilização se torne o mais natural possível.

Vulgarmente o termo interactividade é utilizado para descrever acções que podem permitir ao usuário o acesso a dados, imagens, vídeos, etc. e de alguma forma interagir com o conteúdo. Para Lippman, (Lippman, citado por Sims, 2007) estas acções não são suficientemente caracterizadoras do meio interactivo e acrescenta três factores que permitem considerar um sistema como interactivo. “*A interruptabilidade, a granularidade e a degradação graciosa*”. Para o autor, a capacidade dos participantes em interromper o processo é de extrema importância e esta capacidade deve estar disponível para que, e sempre que o participante deseje interromper o processo, o possa realmente fazer. O Sistema deve permitir ao participante a possibilidade de actuar quando bem o entender. A interruptabilidade não deve ser confundida com alternância do sistema, em que os agentes alternam as suas acções. O conceito de granularidade refere-se ao menor elemento após o qual se pode interromper o processo e este mínimo elemento deve ser aquele que não permite ao usuário ter a sensação de o terem “trancado”. Por degradação graciosa entende-se a capacidade do sistema em dar resposta às questões colocadas. O usuário deve aprender quando e como o sistema está ou não disponível para dar uma resposta.

Sims (Sims, 2007) considera que não se deve vulgarizar a interactividade associando-a ao simples clicar sobre uma das opções do menu, a objectos activos ou a sequências lineares. O nível de sucesso da interactividade depende do nível de compreensão das extensões dos níveis de procura, do contexto de aprendizagem e de uma adequada interface gráfica. Para o autor a interactividade é mais

do que apontar e clicar num menu; trata-se de uma actividade entre dois entes em diálogo permanente e que o nível de interacção pode não ser adequado ou pertinente para facilitar a aquisição de conhecimentos ou o desenvolvimento de novas competências e compreensão. Por outro lado, produtos educativos provavelmente vão exigir mais e complexas formas de interactividade, dependendo da estratégia usada para a aplicação.

Conceber aplicativos interactivos exige significativamente mais esforço estratégico e mais design, aplicando a ênfase na forma como os usuários podem aceder, manipular e navegar através dos conteúdos. Os diferentes e variados elementos devem ser integrados com base em decisões de instrução e não só no recurso ao aspecto visual, tornando-os assim potencialmente mais eficazes no processo de ensino-aprendizagem.

Um aspecto importante subjacente ao conceito de interactividade diz respeito ao facto dos eventos não se excluírem mutuamente, um não anula nem se opõe ao outro, mas devem ser integrados de forma a tornar abrangente as operações. Esta questão não está só directamente relacionada com a destreza dos designers, mas deve ter em conta que cada usuário terá diferentes acções sobre a mesma interactividade e que a funcionalidade da interacção depende sempre das acções anteriores, portanto consequente.

Voltar o interesse das pesquisas em interactividade para o lado dos usuários, significa ir sempre ao encontro da máquina, porque possibilitar que diferentes usuários actuem do mesmo modo para uma mesma interface, acaba por levar a que alguns usuários se tenham que adaptar ao modelo de interface disponível. Prever com segurança o comportamento Humano e a sua singularidade cognitiva é algo de muito difícil execução e prever todas as possibilidades pretendendo permitir

que pessoas com maneiras diferentes de actuar frente o computador possam encontrar interfaces que se adequem a elas, mais uma vez a ênfase recai sobre a criação de alguma das muitas possibilidades, pese no entanto que uma interface amiga é sempre muito bem aceite.

Qualquer flexibilidade na interacção permite sempre um grau de liberdade ao usuário e esta depende da expectativa com que foi gerado o aplicativo no momento da sua concepção, correspondendo a cada grau de interactividade um modelo de aprendizagem. O grau de interactividade e o esquema de navegação reflectem a visão pedagógica seleccionada e o tipo de aprendizagem que se propõem, face às metas educacionais a serem alcançadas.

Assim, modelos com um grande grau de interactividade oferecem ao usuário liberdade total de navegação e na quase ausência de orientação/direcção, espera-se que o usuário faça uma aprendizagem por descoberta de exploração livre. Em modelos de média interactividade o usuário tem uma tarefa a cumprir no final da navegação e sabe quais são os objectivos. A navegação é orientada ou guiada por menus pré-definidos. Nos modelos de baixa interactividade, espera-se que o usuário possa cumprir uma tarefa de acordo com os objectivos fornecidos ao usuário. A navegação para além de restrita é induzida ou direccionada.

2.2.3 Realidade Virtual passiva, exploratória ou interactiva.

A navegação em ambientes de Realidade Virtual é sempre controlada pela posição relativa do observador no mundo virtual. Esta simples forma de interacção consiste num modelo básico que a partir do ponto de observação (viewpoint) na qual se assume uma câmara

montada num “veículo” (flying), permite a exploração e o movimento natural no ambiente virtual. Os modelos mais usados de navegação são: “Point-and-fly”, “Eyeball-in-hand” e “Scene-in-hand”. (Netto et al, s/ data)

No que se refere à extensão que o aplicativo de Realidade Virtual pode proporcionar numa sessão, ela apresenta-se de três formas diferentes: passiva, exploratória ou interactiva. As diferenças entre estes três possíveis formatos dos aplicativos encontram-se sobretudo na capacidade de exploração concedida e autorizada ao usuário.

Uma sessão de Realidade Virtual passiva é significativamente diferente de uma sessão de Realidade Virtual Interactiva na medida em que a primeira permite ao usuário uma exploração sem interferências possíveis, digamos que automática. Neste caso o software controla toda a navegação e os percursos são explícitos. O controlo do usuário resume-se tão-somente à capacidade de terminar ou sair da sessão.

No que se refere à sessão interactiva, a exploração do ambiente é feita de forma mais criativa, porque o sistema proporciona ao usuário não só uma exploração dirigida por si, mas as entidades que povoam o ambiente reagem e respondem às suas acções. Já na sessão exploratória, mais rica que a passiva e mais pobre que a interactiva, permite ao usuário escolher e explorar os percursos mas não lhe é permitido interagir com as entidades que povoam o ambiente.

2.2.4 Dispositivos de saída.

O advento da Realidade Virtual acarretou a necessidade de redefinir o paradigma da interface Homem/computador e o habitual “rato”/teclado não serviam as expectativas criadas à volta da nova

interface, tendo-se verificado a necessidade de os substituir por outros dispositivos que permitissem ao usuário melhores níveis de imersão e capacidades de manuseio das potencialidades oferecidas pela nova tecnologia.

Para que um sistema de Realidade virtual possua um bom funcionamento há a necessidade de dirigir uma particular atenção aos dispositivos/periféricos utilizados, já que estes possuem uma significativa importância para a operacionalidade do sistema. Estes dispositivos têm a função de gerar a sensação de imersão ao usuário e para que esta sensação se estabeleça os mesmos devem actuar de forma a ler os movimentos feitos pelo usuário – “dispositivos de entrada” – ou afectando-o através dos seus sentidos para simular as sensações desejadas – “dispositivos de saída”.

A preocupação dos promotores/criadores de sistemas de Realidade Virtual esteve desde muito cedo, centrada em criar dispositivos capazes de envolverem por completo o usuário. A este deveria ser dada a sensação de pleno envolvimento e as informações sobre o mundo virtual deveriam chegar até si, da mesma forma que lhe chegavam através do mundo real e as possibilidades de interagir nesse mundo deveriam ser o mais possível naturais e intuitivas. Para satisfazer esta necessidade, existe dois tipos diferentes de dispositivos que se divide em “dispositivos de entrada” e “dispositivos de saída”. Para os “dispositivos de entrada” temos o rastreamento do corpo; reconhecimento de voz e os controladores físicos. Para os “dispositivos de saída” temos três categorias possíveis que se dividem em visual, auditivo e táctil.

Nesta investigação apenas se vai estudar os “dispositivos de saída”, concretamente os visuais. Os restantes dispositivos não

se encontram delimitados no âmbito deste estudo por não estarem relacionados com a estereoscopia visual..

2.2.4.1 Dispositivos visuais.

Os dispositivos visuais de saída têm como principal preocupação a criação de imagens estereoscópicas, independentemente de serem sistemas imersivos ou parcialmente imersivos. O nível de imersão está intimamente ligado aos dispositivos visuais de saída e a qualidade da imagem gerada pelo sistema, domina e actua no nível de imersão percebida pelo usuário. Daí a importância em conhecer o sistema visual humano aliado aos dispositivos visuais de saída, para representar a visão estereoscópica do Homem.

O ser Humano possui uma visão espacial ou estereoscópica que é percebida através dos dois olhos, que ao receber a imagem de forma independente, uma em cada olho, produz a percepção do efeito de profundidade. A percepção do efeito de profundidade não é gerada exclusivamente pelos dois olhos, podendo apenas um dos olhos permitir o efeito da sensação de profundidade. O que difere neste tipo de profundidade percebida são os elementos activos que contribuem para essa sensação de profundidade. Enquanto que na visão binocular o cérebro aproveita o pequeno deslocamento lateral das imagens para poder medir a profundidade, na visão monocular, em que se utiliza apenas um olho, o cérebro aproveita algumas características da imagem, como por exemplo a perspectiva, sombras, oclusão parcial dos objectos, posições relativas entre os objectos, a degradação progressiva da cor ou outros detalhes de relevo que contribuem para a percepção do efeito de profundidade. Este fenómeno permite dividir os dispositivos visuais em monoscópicos em que o *rendering* da imagem é exibido para os

dois olhos em simultâneo ou em estereoscópicos em que o *rendering* da imagem é exibido de forma diferenciada para cada olho.

Os dispositivos visuais de saída dividem-se em duas classes, de acordo com a tecnologia utilizada e o grau de acção do usuário. O vídeo capacete, tecnicamente designado de HMD (*head monted display*), (imagem 09) é o dispositivo que detém mais popularidade em relação a todos os outros sistemas, pois isola o usuário do mundo exterior aumentando assim o alcance de imersão. Para além de ser considerado como um dispositivo de saída – função principal – também assume a função de dispositivo de entrada de dados, porque nele estão acoplados sensores que fazem o rastreamento da posição relativa do usuário e transmitem essa informação ao computador. Dois minúsculos *displays* e um conjunto de lentes especiais que se encontram muito próximo do globo ocular não só ampliam o campo de visão do usuário como transmitem a este, a sensação do efeito de profundidade. Outra alternativa ao vídeo capacete é o dispositivo designado de BOOM (*binocular omni-oriented monitor*), composto por um monitor montado



Imagem 09 – O vídeo capacete, tecnicamente designado de HMD (head monted display).

Fonte: <http://www.cybermindnl.com>

num braço mecânico e que faz com que para além do peso deste se torne imperceptível, possua também as ligações dos sensores.

Outros sistemas baseados em monitores, também disponibilizam imagens estereoscópicas, pese embora a exigência para que o usuário tenha de forma contínua e permanente, a sua atenção focada no monitor. Nesta técnica, são utilizados óculos obturadores, vulgarmente designados de *Shutter Glasses* (imagem 10) e a sua função é filtrar as imagens duplas geradas pelo computador, bloqueando alternadamente a sua exibição para cada olho.



Imagem 10 – Óculos obturadores, vulgarmente designados de Shutter Glasses.

Fonte: http://www.vrex.com/products/sg_vrv.shtml

Outra técnica empregue é a utilização de óculos polarizadores passivos. A técnica consiste na utilização de dois projectores nos quais são colocados filtros polarizadores de luz nas suas lentes de projecção. Estes filtros são responsáveis por deixar passar apenas a parcela de luz polarizada numa determinada direcção. Assim, numa tela previamente

preparada – pintada de cor prateada ou metalizada – para não despolarizar a luz reflectida, é projectada por um dos projectores a imagem polarizada correspondente ao olho direito e através do outro projector e de forma sobreposta e coincidente a imagem do olho esquerdo. Esta técnica não altera a cor, apenas a luminosidade ou intensidade da luz. Os filtros de cada projector estão desfasados 90 graus entre si e correspondem de forma coincidente aos filtros polarizadores utilizados nos óculos. A luz polarizada numa determinada direcção somente atravessa o filtro cuja polarização está na mesma direcção. Desta forma cada olho só vê a imagem correspondente, gerando o efeito estereoscópico.

Menos empregue é a técnica anaglífica, que ao utilizar filtros coloridos permite que cada olho possa ver de forma isolada as imagens exibidas; o par estéreo está centralizado na mesma imagem e em cores complementares. A imagem que corresponde ao olho direito é desenhada na cor vermelha e a do olho esquerdo é de cor verde. O efeito estereoscópico é obtido através da utilização dos óculos que actuam como filtros e permite que cada olho veja apenas a imagem correspondente. Desta forma obtêm-se vantagens no facto em permitir a utilização por múltiplos usuários e redução significativa nos custos.

Os sistemas baseados em projecção, podem proporcionar imersão total ou parcial e permitem a participação simultânea de várias pessoas. Entre estes sistemas está o designado por “CAVE”, popular pela sua capacidade de imersão total e em tamanho real. Neste sistema, o usuário está inserido numa “câmara/cela e em todas as suas faces são projectadas de forma sincronizada o ambiente virtual gerado por um computador. Apenas um usuário possui óculos estereoscópicos com um sistema rastreador que permite controlar a navegação, todos os outros apenas possuem óculos estereoscópicos sem sistema rastreador. A mesa

virtual, tecnicamente designada de *Responsive Workbench* (imagem 11) é um espaço de trabalho interactivo tridimensional e consiste numa base horizontal em metacrilato, na qual são projectadas as imagens com efeitos estereoscópicos de forma que o usuário possa visualizar e manipular os objectos. O efeito estereoscópico é dado pelo uso de óculos estereoscópicos, estéreo activo.



Imagem 11 – Mesa virtual, tecnicamente designada de ResponsiveWorkbench.

Fonte: Fonte: MSc. Antonio Valerio Netto, Laboratório de Computação de Alto Desempenho – LCAD, Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação – ICMC.

2.2.5 Utilização de Realidade Virtual na educação.

“A Educação pode ser pensada como um processo de exploração, de descoberta, de observação e de construção da nossa visão do conhecimento”. (Pinho, 1996)

Cada um de nós constrói o seu conhecimento de acordo com as suas características. Uns conseguem o pensamento abstracto após a visualização do objecto em estudo, para outros a audição é suficiente embora possam necessitar da sua repetição e para outros ainda, só com a conjugação das duas técnicas é que conseguem a compreensão.

Perguntas como, “e se eu pudesse?” são hoje parcialmente respondidas com o uso de alguma tecnologia. A Realidade Virtual é hoje responsável por criativas soluções às perguntas que noutros tempos seriam de difícil resposta. Provavelmente não vamos poder caminhar na Lua, nem levantar pesos extremos ou visitar o interior de um átomo. Mas a Realidade Virtual está a tornar cada vez mais possível esse tipo de visita. Recuar no tempo e transitar pelo período de formação da Terra e alcançar o futuro e voltar à nossa época, tudo isto num instante, são possibilidades que superaram a fronteira do livro, da fotografia ou do filme. Essa exploração só é possível através da Realidade Virtual em meio multimédia e de forma mais atractiva para o aluno.

É precisamente a possibilidade de se poder explorar através da manipulação do objecto de estudo – interacção – e inserido nesse contexto – imersão – que a Realidade Virtual apresenta vantagens sobre todos os outros meios que se utilizam. Digamos que a aprendizagem se faz inserido no contexto de estudo, pode ser manipulado e o aluno ainda recebe o feedback da sua acção – retroacção – podendo materializar as suas informações. Para Pantelidis, as principais razões do uso da Realidade Virtual na educação está precisamente no contributo da

interactividade; observou nos seus estudos sobre a aplicação da Realidade Virtual na educação que com esta, o aluno deixa de ser uma parte passiva do processo e destaca a possibilidade de visualizar e obter a informação de forma mais atractiva. (Pantelidis, citado por Pinho, 1996).

Ultrapassada a fase embrionária de vários projectos de aplicação da Realidade Virtual em meio académico, parece existir algum consenso nas vantagens do uso desta no processo de ensino/aprendizagem, pese embora a presença de algumas dúvidas no método de avaliação quanto à efectiva utilidade da Realidade Virtual e as suas implicações e possíveis desvantagens. Predizer quais os benefícios e se são significativos nas distintas aplicações, é criar um único padrão nas interfaces. Com o leque de tecnologias disponíveis e num quadro clínico de ansiedade, seremos tentados a prescrever a realidade Virtual como solução para todos os problemas, correndo o risco de numa subavaliação dos sistemas e com receio de perder a dianteira, remeter para segundo plano, soluções cuja sofisticação não se aproxima da empregue na Realidade Virtual, mas com uma relação custo/benefício muito mais favorável.

Quando a Realidade Virtual é encarada como uma ferramenta didáctica alternativa onde métodos mais tradicionais falham e não como uma forma de aprendizagem, pode ser segundo Pantelidis, uma boa razão para o uso desta, destacando benefícios como:

- *“Maior motivação dos usuários”;*
- *“O poder de ilustração da Realidade Virtual para alguns processos e objectos é muito maior do que outros meios”;*
- *“Permite uma análise de muito perto”;*

- *“Permite uma análise de muito longe”*;
- *“Permite que pessoas deficientes realizem tarefas que de outra forma não são possíveis”*;
- *“Dá oportunidades para experiências”*;
- *“Permite que o aprendiz desenvolva o trabalho no seu próprio ritmo”*;
- *“Não restringe o prosseguimento de experiências ao período da aula regular”*;
- *“Permite a que haja interacção, e desta forma estimula a participação activa do estudante”*.

Na perspectiva de Pinho (Pinho, 1996) a Realidade Virtual reúne aprovação no facto de poder influenciar positivamente o processo de ensino/aprendizagem, justificando para o efeito que a experiência através do uso da Realidade Virtual é feita na primeira pessoa permitindo através da imersão a exploração individual, como se de uma experiência diária se tratasse. Para o efeito, caracteriza a experiência na primeira pessoa como aquela na qual o indivíduo de forma natural e em privado, compreende o mundo através da sua interacção com ele e que se trata de um tipo de conhecimento directo, subjectivo e frequentemente inconsciente, em que se aprende sem se ter clara definição de que se está a aprender. Confrontando a experiência na terceira pessoa, aquela na qual se ouve um relato de uma descrição de uma experiência feita por outra pessoa – o professor. Neste caso o conhecimento é objectivo, consciente e explícito. *“A ideia de imersão, da Realidade Virtual, é exactamente buscar uma forma de permitir a interacção com uma informação através de uma experiência de 1ª pessoa onde o usuário não tenha que criar metáforas para relacionar o dado da tela com o*

real e sim possa explorar o dado como se ele de facto existisse". (Pinho, 1996)

Será que a Realidade Virtual é solução para todos os problemas da educação e no seu uso só se observam vantagens? Pantelides nas suas pesquisas sobre o uso desta na educação indicou dois quadros de referência nos quais se podem constatar as vantagens e as desvantagens no uso da Realidade Virtual. Assim aponta como situações em que se deve fazer uso da Realidade Virtual quando:

- *“Há necessidade de simulações”;*
- *“A aprendizagem ou treino é impossível no mundo material ou oferece factor de risco e perigo (como viajar dentro do corpo humano, por exemplo)”;*
- *“Os possíveis erros cometidos pelos usuários poderiam comprometer a evolução da aprendizagem, ou prejudicar o ambiente material e/ou danificar equipamentos”;*
- *“O modelo virtual pode ensinar tão bem quanto o ambiente material, porém o segundo é de difícil acesso (por distâncias ou por custos)”;*
- *“A interação com o modelo é tão ou mais motivadora que o ambiente material (exemplo dos jogos)”;*
- *“Proporcionar a redução de custos, tempo, distância, sem, obviamente, comprometer a qualidade dos resultados educacionais”;*
- *“Puder proporcionar o compartilhar de experiências em grupo”;*

- *“A experiência da criação de um ambiente simulado for importante para o objectivo da aprendizagem”;*

- *“A visualização da informação é necessária (poder manipular a informação pode ficar muito mais fácil de se entender)”;*

- *“Houver a necessidade de fazer notar e ser percebido o imperceptível (por exemplo, o uso de movimento em planos para percepção da formação dos sólidos, por rotação, em geometria)”;*

- *“For necessário ensinar tarefas envolvendo destreza manual ou movimentos físicos”;*

- *“E, principalmente, quando seja essencial fazer a aprendizagem mais interessante e motivadora (como por exemplo, quando os alunos têm problemas de atenção por falta de motivação do tema)”.*

Nas mesmas condições apresenta um quadro de situações em que não se deve usar a Realidade Virtual no ensino, nomeadamente quando:

- *“Quando não houver substituto para a aprendizagem ou treino do mundo real”;*

- *“Quando a interacção presencial com pessoas, tanto professores e estudantes, seja necessária”;*

- *“Quando o uso de um ambiente virtual possa causar problemas físicos ou emocionais”;*

- *“Quando o uso de ambiente virtual, com uma simulação muito convincente, puder causar confusão quando de volta ao ambiente material”;*

- *“Quando a Realidade Virtual seja muito dispendiosa para justificar seu uso, considerando o resultado de aprendizagem esperado”.*

“A utilização de ambientes computacionais possibilita que sejam exploradas diferentes modos de aprendizagem, oferecendo aos usuários de diversos perfis a utilização de um mesmo sistema de auxílio ao ensino”. (Braga, citado por Biondo, 2006)

Conclusivamente, verifica-se que existem vantagens tal como é necessário ter algumas precauções no seu uso e ponderar a sua utilização. É necessário resguardar a falsa expectativa de que o uso de uma tecnologia poderá constituir a solução para alguns problemas de aprendizagem e informatizar o tradicional processo de ensino/aprendizagem tipicamente presencial sem reflectidas adaptações é correr o risco de fazer fracassar todo o processo. No caso da Geometria Descritiva, o seu uso parece ir ao encontro de vantagens como, grande capacidade de ilustração em relação com os meios tradicionais, motivação dos estudantes pelo uso na experiência da primeira pessoa, visualização mais convincente através da simulação dos objectos no espaço com capacidade de manipulação e capacidade de fazer notar e ser percebido o imperceptível por exemplo, o uso de movimento em planos para percepção da formação dos sólidos, por rotação, não obstante se verificar o poder do refinamento secular da oralidade no sentido de melhorar a comunicação e a acção caso a caso, do professor para cada estudante, na sua peculiar forma de aprender.

“Ambientes Virtuais, através da imersão, interacção e envolvimento, tornam-se locais ideais para se buscar vivências múltiplas pois, esse mundo virtual nada mais é do que um trabalho multidisciplinar, desenvolvido por especialistas de diferentes áreas em busca de um objectivo comum. Esses ambientes multidisciplinares

permitem aos usuários uma aprendizagem mais ampla e integrada exactamente por ser um ambiente rico de possibilidades”. (Braga, citado por Biondo, 2006)

Capítulo 3

Novas tecnologias no processo de ensino/Aprendizagem

3.1 Aplicação de novas tecnologias na educação.

3.1.1 Multimédia.

3.1.2 Hipertexto.

3.1.3 Hipermedia.

3.1.4 A estereoscopia e a técnica de Chromadepth.

3.2 O caso da Geometria Descritiva.

3.2.1 A Estereoscopia como proposta de ensino/aprendizagem da Geometria Descritiva.

Capítulo 3

Novas Tecnologias no Processo de Ensino/ Aprendizagem

3.1 Aplicação de novas tecnologias na educação.

“A verdadeira função dos recursos educacionais não deve ser a de ensinar, mas sim a de criar condições de aprendizagem”.
(Hawkins, citado por Silva, 2001)

“O computador presente na escola não significa necessariamente melhoria na qualidade do ensino. Cabe aos educadores contribuir no sentido de o tornar atraente e dinâmico a ponto de ser recurso promotor de mudanças nas habilidades e apropriação dessas novas tecnologias educacionais, tornando o acto de aprender mais interactivo, concreto, cooperativo e construtivo.” (Silva, 2001)

Aquilo a que Lévy (Lévy, 1997) chama de “*as tecnologias da inteligência*” possibilita outras formas de conhecimento que deixou de ser linear e passou a ser hipertextual, em que o tráfego da informação cada vez mais intenso e apoiado nas tecnologias, possibilita o acesso e a construção de realidades que nos admitem acções que facilitam a compreensão e a assimilação do conhecimento. Os benefícios assim fomentados possibilitam a estruturação educacional e a rápida disseminação do conhecimento, contribuindo significativamente para a sua globalização. Foi através de meios como a Internet que o mundo geograficamente se aproximou e viabilizou a globalização do conhecimento. É precisamente a globalização do conhecimento que se expande de forma acelerada e proporcionalmente ao desenvolvimento tecnológico e a utilização cada vez mais enérgica da tecnologia como

suporte da actividade da docência, que constitui hoje o maior desafio para a sua prática.

Desde muito cedo que os alunos de hoje entram em contacto com meios tecnológicos e equipamentos electrónicos. Esta prática leva-os a transpor para a sala de aula e em todo o processo de ensino/aprendizagem o uso destas tecnologias, tornando-se críticos e mais exigentes na forma como os conteúdos programáticos são transmitidos. Ler um livro ou ver fotografias com a habitual explicação do professor, já não são suficientes para o aluno. Ele torna-se cada vez mais um elemento activo de todo o processo, exigindo que a criação do seu conhecimento se faça cada vez mais através de sistemas interactivos e em modo hipermédia.

Cabe aos professores e em cada situação de ensino/aprendizagem regular, promover métodos baseados em recursos mais modernos e intuitivos como apoio às actividades didácticas, no sentido de reforçar os conteúdos ministrados. Ao professor, é-lhe facultado todo um conjunto de circunstâncias às quais a sua gestão lhe pertence. De acordo com as aulas presenciais, reavaliar o feedback do aluno, medir reacções emocionais e aplicar estímulos imediatos de reforço, faz com que o processo de ensino/aprendizagem se torne completo, mais rico e promissor, fazendo do professor um orientador.

“Toda a reflexão sobre o futuro dos sistemas de educação e formação na cibercultura deve basear-se numa análise preliminar da mutação contemporânea da relação com o saber”. (Lévy, 1997)
Nesta perspectiva, podemos constatar que de acordo com a velocidade do aparecimento e renovação dos saberes, o conhecimento que um profissional tem no início da sua carreira poderá estar obsoleta no fim desta e o trabalho é cada vez mais um processo de aprendizagem, transmissão e produção de conhecimento, baseado no “*ciberespaço*

que suporta tecnologias intelectuais que amplificam, exteriorizam e modificam o número de funções cognitivas do Homem”. (Lévy, 1997) A memória em base de dados e ficheiros de hiper-documentos, a imaginação por meio de simulações e o raciocínio na inteligência artificial.

Constantes mudanças sociais, apressadas modificações nas condições e estruturas do trabalho e a sua crescente intelectualização, não se conciliam com o tradicional processo de ensino/aprendizagem em que se “ensina falando”. Os saberes e o conhecimento estático que eram até há bem pouco tempo suficientes para formar um indivíduo capaz para um trabalho ao longo da vida, está a ser substituído por um novo paradigma em que a aprendizagem/formação é para ser feita ao longo da vida activa. Este novo paradigma baseado no conhecimento dos vários ramos do saber, alterou as estruturas – estabilizadas – organizacionais da sociedade, fez estremecer alguns pilares do estilo de vida e pôs em causa a forma de pensar contemporânea.

O movimento constante dos métodos de ensino/aprendizagem em torno das tecnologias emergentes como modo de produção de meios inovadores potencialmente credíveis nos seus efeitos para a aprendizagem geram actualmente duas tendências. Conservação e inovação. Inovação no sentido mais geral da palavra em que as novas proposta de transmissão do conhecimento ampliam o acesso à informação, e constituem-se como novos sistemas de representação e difusão do conhecimento e, conservação, como continuidade do património pedagógico tradicional da Escola. Será um misto de “pixel na idade da pedra”. A crescente utilização das tecnologias (inovação) num processo educativo de contornos tradicionais (conservação) corresponde a uma cosmética. Urge cada vez mais, a necessidade em criar novas formas de pedagogia para o uso em determinadas tecnologias. Quebrar paradigmas é o papel reservado à tecnologia da informação na

educação. Estas “*tecnologias da inteligência*” (Lévy, 1997) por serem ferramentas cada vez mais presentes na educação devem ser encaradas como meios de apoio à aprendizagem e assumem tão-somente o papel mediador entre a relação aluno/professor.

Urge a necessidade em distinguir as diferenças no uso de software educativo e o uso da informática. Os desafios da globalidade e da sociedade do conhecimento, com o desenvolvimento e a crescente utilização da informática, muitos têm sido os professores/educadores que fazem uso desta tecnologia para criar ambientes educacionais e agregar valor às suas práticas, em matérias que são problemáticas para os alunos. A simples utilização de ferramentas como a Internet ou o Word, para o enriquecimento dos alunos, é tão-só o uso elementar da informática para por exemplo abrir janelas de comunicação para estes e não se trata do uso de software educativo.

Poderá o uso destas ferramentas alcançar alguns efeitos próximos dos do software educativo, mas estes ambientes educativos computadorizados que agregam algum valor para quem os usa, e que até são valiosas soluções ao alcance do educador, que domina minimamente a informática do ponto de vista do utilizador, não estão inseridas no domínio do software educativo. O uso correcto de soluções informáticas genéricas não é a mesma coisa que a construção de ambientes educativos computadorizados, pese embora a sua semelhança de natureza e carácter. A diferença está em que o software educativo é pensado par servir em ambientes de aprendizagem com intenções educativas específicas, que é substancialmente diferente do uso de software genérico com um “invólucro” educativo.

De um modo geral a educação sofre incessantes mudanças face ao crescente desenvolvimento tecnológico e a tendência parece ser, a cada vez mais constante utilização destas na esfera do processo

de ensino/aprendizagem para tornar o ambiente de estudo mais dinâmico, agradável e atraente. Tudo isto com base na interactividade e na exploração hipertextual que as tecnologias da informática permitem. Inovar sem perder a qualidade da educação, é o que se espera das “*tecnologias da inteligência*” porque, elas oferecem ao aluno oportunidades e motivações extras, que no plano físico seriam mais difíceis e que normalmente está associado a aulas cansativas e expositivas.

Estamos na era da informação graças as novas tecnologias e com elas quebrou-se delicados equilíbrios, maneiras de ver e de agir que permaneceram relativamente duradouras na sociedade. As consequências a longo prazo no uso e no sucesso destas tecnologias na educação, ainda não foram suficientemente analisados, mas pode-se afirmar com algum rigor que, a crescente utilização das tecnologias marca nos dias de hoje uma transição que põem em causa toda a ordem anterior e dá lugar a modos de construir o conhecimento ainda mal estabilizados. A tecnologia não é boa nem é má depende de como se a usa. Também não é neutra porque, condiciona todo o processo de ensino/aprendizagem, na medida em que já estabeleceu uma nova, atractiva, dinâmica e colectiva forma de ensinar e aprender, longe das extenuantes e expositivas aulas.

Neste momento o autor crê que já não se pode pôr a questão da pertinência e de uma avaliação do impacto das tecnologias da informática na educação. Deve-se procurar conhecer e avaliar as irreversibilidades a que já nos comprometemos com a sua utilização. Lévy (Lévy, 1997) no que diz respeito ao uso crescente das tecnologias refere que estas são tão-somente um ambiente propício de desenvolvimento mas não o determina imediatamente e alerta para novas formas de isolamento e

sobrecarga cognitiva, de dependência da navegação e do jogo, dominação e idiotice na medida em que se pode atulhar o “conhecimento” com dados vazios de informação.

Nas últimas décadas temos vindo a assistir à proliferação e ao domínio crescente de software educativo como um dos maiores desafios para professores/educadores e para o processo de ensino-aprendizagem. Este software cada vez mais poderoso e intuitivo, com interfaces cada vez mais amigáveis e em sintonia com as complexas e distintas culturas informáticas dos diversos usuários, está diante um desafio que ultrapassa a simples questão técnica/funcional e vai ao encontro do cumprimento eficiente do objectivo para o qual foi criado. O objectivo das equipas que trabalham para este fim é colocar o aluno perante um software que possa interactuar com ambientes educativos apoiados por computador e ao mesmo tempo, ofereçam e agreguem valor aos meios educativos normalmente disponíveis, como também favoreçam o processo de ensino aprendizagem. Aqueles que desenvolvem este tipo de software não podem esquecer que o seu contributo deve centrar-se nas resoluções para os problemas educativos.

Mais do que combinar o aspecto estético das interfaces com conceitos e metodologias educacionais, a criação de software educativo – em constante evolução – deve seguir as orientações de acordo com a sua função: alicerçada no princípio de atender às múltiplas especificações funcionais do usuário no que se refere às nuances das suas necessidades e à grande variedade e simultaneidade destes; deve garantir consistência e confiabilidade dos dados compartilhados bem como as múltiplas possibilidades de uso e objectivos que se pretendem do seu conteúdo.

A questão que se coloca actualmente, já não é em saber se os computadores fazem sentido no processo de ensino/aprendizagem.

As preocupações estão hoje centradas no que fazer com a informática; mais do que usá-la como apoio, tem sentido dedicar os nossos esforços na capacidade em tirar o máximo proveito do uso desta tecnologia para o processo de ensino/aprendizagem.

Não restam dúvidas que a presença da ferramenta informática está disseminada em todas as áreas da acção humana e na educação o seu uso é inevitável, como já lhe está intimamente ligada, tanto mais que a educação é um processo vital, permanente para a vida e capaz de ampliar as nossas capacidades. Aproveitar as qualidades únicas do computador como meio gerador de ambientes propícios à educação, é gerir e saber utilizar as suas capacidades de armazenamento, processamento e de apresentação da informação – interactiva e multimédia – para gerar contextos educativos.

No entender do autor, o que deve caracterizar o software educativo são os critérios que lhe estão subjacentes. Saber qual o grau da sua necessidade – pertinência; em que medida esta solução oferece um contributo útil para o processo de ensino/aprendizagem – relevância; é a melhor forma de apresentar algo ou poderia ter outro formato – consistência – e em que medida a solução apresentada é conveniente ao ambiente de ensino/aprendizagem – coerência.

3.1.1 Multimédia.

O termo multimédia tem tido tal como o termo hipertexto ou hipermedia, utilizações ambíguas que devem ser esclarecidas de modo a esclarecer correctamente a sua utilização.

Embora se vá utilizar neste documento o termo de forma abrangente e considerando que actualmente se utiliza o termo

multimédia para documentos cuja apresentação é em multiformato e simultaneamente utilizando o computador, o que vulgarmente se designa de “documento multimédia”, é preciso realçar que ao conceito de multimédia está subjacente a utilização em simultâneo de vários media. A esta obrigatoriedade, acresce-se a característica de possuir uma organização não linear e permitir uma relação em conformidade com a acção do utilizador. Portanto, multimédia é uma aplicação que combina vários media e permite ao usuário uma harmonia relacional com o documento fazendo uso concomitante desses mesmos meios, visual (textos, hipertextos, imagens, animações e vídeos), áudio (sons, música) e integrada (audiovisual), podendo ser interactiva nos casos em que utilize ferramentas digitais de autoria e manipulação.

Segundo Carvalho, (Carvalho, 2002) a primeira referência ao termo multimédia aparece no ano de 1959, no livro *“Instructional Media and Methods* de Brown, Lewis e Harclerod”. A partir desta data, o termo tem sido utilizado indiscriminadamente e de forma confusa para caracterizar diversas situações comunicacionais, e para a qual Lévy (Lévy, 1997) alerta para a necessidade de se esclarecer e definir o universo do que é realmente multimédia.

Nesta contínua e crescente utilização do termo, expressões como “apresentação multimédia”, “espectáculo multimédia”, “software educativo multimédia” entre muitos outros termos vulgarizados e mal empregues, é urgente esclarecer que os *media* são tão-somente o suporte ou o veículo da mensagem e para Lévy (Lévy, 1997) o termo multimédia significa “*quem emprega vários suportes ou vários veículos de comunicação*”.

Actualmente o termo já não tem este sentido; tendo evoluído pela vulgarização incorrecta do seu significado o termo passou a referir-se em geral a duas tendências da comunicação contemporânea:

a multimodalidade e a integração digital. Com a integração de várias modalidades sensoriais no processo de comunicação, ao contrário que existia até aos anos 70 em que a informação tratada pelos computadores diziam apenas respeito a dados de texto, é muito mais correcto falar de multimodalidade da comunicação pois o que está em jogo é precisamente a diversidade sensorial, multimodal (a audição, som e a visão texto, imagem, vídeo).

Para Lévy, (Lévy, 1997) “*o termo multimédia empregue para designar os CD-Rom é, na minha opinião, enganador*”. Afirmar ainda o autor “*que o termo é correctamente empregue, quando, por exemplo, a estreia de um filme dá lugar simultaneamente à comercialização e venda de um jogo de vídeo, à difusão de uma série televisiva, camisolas, jogos, etc.*”. Nesta sentido, a função de complementaridade na promoção e comercialização de um produto em que se utiliza diferentes meios de comunicação assume para Lévy (Lévy, 1997) a expressão “*estratégia multimédia*”, reforçando a sua ideia afirmando que “*o termo multimédia pode induzir em erro, porque tem o ar de indicar uma variedade de suportes ou de canais enquanto a tendência de fundo é pelo contrário no sentido da interligação e integração*”. A aceitação do termo tem cada vez mais a tendência em significar a multimodalidade e a integração digital, contribuindo para tal o propósito das editoras em designar títulos de obras em suporte óptico, como por exemplo o DVD ou CD-ROM, que conjugam o texto, som, imagem, vídeo e apresentam alguma interactividade.

Mayer (Mayer, citado por Carvalho, 2002) considera de igual modo a abrangência do termo e orienta-o para três perspectivas. A primeira, o meio, com sentido de instrumentos que apresentam a mensagem (monitor, projectores, etc.), a segunda, o modo de apresentação, e refere-se mais ao formato de apresentação (texto, som,

imagem, animações, etc.) e a terceira perspectiva envolve os sentidos implicados na recepção, em que o destinatário da mensagem deve ter pelo menos dois órgãos dos sentidos envolvidos no processamento da descodificação.

A constituição da palavra “multimédia” resulta dos termos “multi” e “media”, em que *media* é o plural de *médium*. As primeiras manifestações “multimédia” aludem a apresentações, sessões e cursos em que se empregavam vários media. São conhecidas apresentações públicas que tiravam partido da utilização de vários meios para reforçar os seus objectivos comunicacionais ou cursos de línguas em que os destinatários dispunham de vários suportes (texto, som e imagens ou ainda vídeo) para a sua aprendizagem.

Assim, segundo Depover (Depover, citado por carvalho, 2002) nos anos 60 aparece a expressão “*pacotes multimédia*” utilizados principalmente na formação e que integravam um conjunto de documentos em diferentes formatos e em diferentes suportes. Esta primeira abordagem multimédia, que se pode caracterizar como fase inicial da aplicação multimédia, vai ao encontro das ideias que Lévy defende, mas tão-somente pelo facto de não implicar a utilização da ferramenta computador – até pela ausência de desenvolvimento tecnológico.

È precisamente a evolução tecnológica do computador que permitiu a evolução e a implementação de soluções de “*pacotes multimédia*” em suporte informático. Segundo Kozma, passa-se com esta nova disponibilidade tecnológica para a segunda fase e evolução do conceito. (Kozma, citado por Carvalho, 2002) Nesta etapa, da passagem da primeira para a segunda fase e a utilização da ferramenta

computador é que o termo mais se vai divulgar e arroga-se o direito de vulgarizar o facto de que o computador é uma ferramenta multimédia, pois dispõem dos dispositivos necessários para obter a informação em multiformato.

É a interactividade – actualmente como característica intrínseca de todos os documentos multimédia – que caracteriza a terceira fase da evolução do multimédia, ao permitir que um mesmo documento informático combinasse mais do que um formato e desse origem à expressão “*documentos multimédia*”.

É crescente o entusiasmo por este tipo de documento no final da década de 80 do século XX (Ambron e Hooper, citado por Carvalho, 2002) e não tem parado a apetência por estes, na certeza de que eles dão ao utilizador o domínio e o controlo sobre o documento, facultando de forma facilitada percursos e navegações personalizadas suscitando interesse, curiosidade e descoberta; ideia que as editoras, com fins comerciais, se arriscam – por falta de provas – ao incutir, que os seus documentos “multimédia interactivo” garantem, só por si, a motivação e o sucesso na aprendizagem. Aquilo que os caracteriza com algum rigor, opinião comumente partilhada por muitos professores e pedagogos, vai no sentido deste tipo de documento proporcionar ambientes de aprendizagem mais atraentes quer para alunos quer para professores.

Há aspectos que pertencem ao aluno e que são da sua índole pessoal e ao mesmo tempo os atributos do documento, estes interferem-se mutuamente no processo. Para a eficácia das aprendizagens, há muitos outros aspectos que devem ser tido como importantes, nomeadamente o aspecto cognitivo do aluno, a sua familiaridade com este tipo de documento, a própria estrutura do documento, a interface, etc. e sobretudo o desejo do sujeito em aprender.

Neste sentido, o conceito para o termo “multimédia” torna-se muito mais abrangente e evolui da convergência do conceito de “hipertexto” e “hipermédia”, caracterizando-se por ser um documento intrinsecamente interactivo, suportado pela ferramenta computador, em que o usuário tem a responsabilidade na navegação, na selecção e apuramento da informação, que é apresentada sob diversos formatos e organizada de forma não sequencial.

Segundo Carvalho (Carvalho, 2002) há quatro componentes chaves para poder caracterizar o multimédia que são: “*o formato, a organização da informação, o armazenamento e o papel do utilizador*”. Quanto ao formato e apesar de neste assunto, Lévy (Lévy, 1990) fazer um reparo para o princípio de se empregar vários suportes ou vários veículos de comunicação e preferir o termo “*unimédia*” para designar a confluência de vários tipos de *media* diferentes sobre a rede digital integrada, insiste-se, até pela aceitação já fixada e estabelecida por todos nós, que a característica do formato que o documento multimédia apresenta, vai no sentido de integrar vários formatos, dois ou mais, como por exemplo o texto, a imagem, o som, o vídeo ou animações e os gráficos. Constitui-se assim, pelo uso de vários *media*, o que se julga ser um documento que representa o conhecimento de forma mais compreensível e motivador para a aprendizagem.

A organização da informação do documento multimédia (topologia) condiciona o percurso e as várias alternativas de construção de um percurso por parte do usuário. Ela pode assumir basicamente uma topologia sequencial/linear ou pode facilitar possibilidades de escolhas alternativas em função dos interesses de aprendizagem ou de obter conhecimento por parte do usuário. Para Carvalho, (Carvalho, 2002) este tipo de documento pode apresentar um tipo simples ou uma combinação das seguintes estruturas: “*estrutura linear ou sequencial,*

estrutura hierárquica e estrutura em rede” em que a sua utilização simples ou combinada promove maior ou menor envolvimento ao nível da interactividade e no domínio oferecido ao usuário. Para Jonassen, (Jonassen, citado por Carvalho, 2002) há três tipos de estruturas num hiperdocumento. O “*não estruturado*”, que permite um livre acesso a um qualquer dos nós; o “*estruturado*”, que apresenta um conjunto de nós ligados entre si numa organização explícita de um determinado conteúdo; e o “*hierárquico*” em que os conceitos gerais são divididos em conceitos mais específicos e expõe o seu conteúdo em forma muito estruturada.

No que se refere ao armazenamento da informação, esta tem implicações sobre a forma como o usuário a recebe, fomentando, favorecendo e disponibilizando mais ou menos interactividade, sabendo que quanto maior a interactividade maior é a disponibilidade exploratória para o usuário. Considere-se comparativamente o formato analógico que permite apenas a exploração sequencial e o armazenamento em formato digital de um documento multimédia interativo, que permite infinitas combinações exploratória e em formato multimodal.

Por fim, o papel do usuário num documento multimédia interativo está dependente da interactividade que o próprio documento permite, e o usuário assume a responsabilidade na procura e selecção da informação, contribuindo de forma activa para as suas necessidades de conhecimento e aprendizagem.

Ao contrário das infinitas possibilidades exploratórias do documento multimédia interativo – o limite estará no interesse, na motivação e na continuidade exploratória – na sessão multimédia o espectador não passa disso mesmo, espectador, recebe e não decide o que quer ver, tudo é-lhe apresentado numa determinada sequência temporal.

3.1.2 Hipertexto.

A primeira função da comunicação é seguramente transmitir informação. O processo de comunicação consiste em, por meio de mensagens, ajustar ou transformar o contexto partilhado pelos elementos do processo comunicativo. O sentido da comunicação é sempre transitório e depende da circunstância, do momento em que se introduz um novo comentário, uma nova interpretação e todo o processo é desviado para fora do alcance que tínhamos decidido dar desde o início, porque as reinterpretações periódicas redefinem e determinam continuamente a mudança do ambiente comunicativo. Este processo inicia-se sempre que ao ouvir uma palavra, esta activa no espírito outras redes de palavras, de conceitos, de imagens, de sons, etc. que contribuem para o enriquecimento e a reactivação do processo comunicativo.

Uma palavra “activa” pode evocar e impulsionar vários conceitos e nessa rede de imagens e conceitos alargado a todo o conjunto da nossa memória, só os “nós” suficientemente fortes e em consonância com o contexto, emergem na nossa consciência fortalecendo determinadas conexões enquanto abdicamos de outras. Segundo Lévy, (Lévy, 1990) *“o sentido de uma palavra não é mais do que o emaranhado cintilante de conceitos e de imagens que brilham por um instante em torno dela. A remanescência desta clareza semântica orientará a extensão do grafo luminoso desencadeado pela palavra seguinte, e assim por diante, até uma forma particular, uma imagem global brilhar por um instante na noite do sentido.”*

No mesmo sentido, Roland Barthes (citado por Gomes, 2007) descreve um ideal de textualidade aquele que coincide exactamente com o princípio do hipertexto electrónico, e define-o como *“bloco de palavras electrónicas, unidas em múltiplos trajectos, cadeias, ou possuído de uma textualidade aberta, eternamente inacabada através*

de nós ou redes”. Esta textualidade ideal remete-nos para uma rede teoricamente infinita em que nenhuma das partes se impõem às outras e todas elas correspondem a uma rede de significantes e não uma organização de significados. Da mesma forma que não tem um fim, também não possui um princípio, e este, teoricamente é dado pela diversidade e pluralidade de vias de acesso que constitui essa rede e as suas limitações poderão ser a infinitude da linguagem. O sentido de uma rede infinitamente inacabada estruturada em múltiplos trajectos, não é a novidade que só o texto electrónico permite porque, Michel Foucault afirma que “*as fronteiras de um livro nunca estão claramente definidas*” pois o conteúdo de um livro “*encontra-se acorrentado a um sistema de referências a outros livros, outros textos e outras frases, sendo um nó dentro de uma rede de referências*” (Foucault, citado por Gomes, 2007).

Estas opiniões no que se refere às terminologias ou às partes mais conceptuais são divergentes e não se prende na relação directa com o uso de um suporte tecnológico na medida em que há opiniões de que este modelo de documento pode também ser consultado em suporte escrito/impresso. (Chen, citado por Gomes, 2007) exemplifica o caso da consulta dos dicionários como exemplo de um documento em formato hipertexto impresso.

O conceito de hipertexto aparece pela primeira vez nos anos sessenta do século XX e é adoptada por Theodor Nelson (Ted Nelson) para se referir a um tipo particular de texto electrónico, uma tecnologia informática recente e integralmente nova, como também de um modo de edição. As características deste hipertexto preconizado por Ted Nelson, remete-nos para uma escrita e uma leitura não sequencial, bifurcada e que permite ao leitor a escolha do trajecto que melhor lhe convém. É ao leitor que cabe a opção de seleccionar e utilizar estes

pequenos blocos de texto caracterizados por nós conectados entre si para criar o itinerário mais conveniente. A capacidade electrónica destes “nós” permite ligar não só palavras entre si mas palavras com outros meios de informação, sons, imagens, diagramas, etc. Ao interconectar vários meios, o sentido do texto expande-se, deixa de ser meramente verbal. Neste caso, o hipertexto passa a designar-se de hipermédia e há a indispensabilidade de distinguir os seus sentido e não usá-los de forma indistinta e indiscriminada. Neste capítulo tratará de forma consciente os dois vocábulos e não se referirá a eles de forma indistinta, imprecisa, quer se trate de informação verbal ou não verbal. Portanto, hipertexto para referenciar ligações electrónicas de informação verbal em que o leitor pode experienciar a leitura multi-sequencial.

Outra relevante fracção para a compreensão do conceito de hipertexto são as redes semânticas, redes de representação de conhecimento. Para Dias (Dias, 1993) e Menezes (Menezes, 1993) *“as redes semânticas, proporcionam um modo de representar as relações entre os conceitos e os acontecimentos no sistema de memória a longo prazo, constituindo ao mesmo tempo uma descrição apropriada do nosso processo de raciocínio”* e citam Gagné para justificar a sua posição, afirmando que *“a codificação semântica da informação como condição para o seu armazenamento na memória a longo prazo, apresentando-a assim como um dos aspectos particulares da actividade de processamento da informação”*. *“O paradigma de processamento humano da informação apresenta-se como uma nova metáfora para o desenvolvimento da representação e dos sistemas de mediatização de informação e comunicação aplicados à educação”*. *“Um dos aspectos mais relevantes deste procedimento é formado pela tecnologia hipertexto aplicada na concepção e desenvolvimento de cenários*

avançados de aprendizagem”. Isto significa que a apresentação não linear da informação corresponde à forma humana de pensar e agir, sempre com base na associação de ideias tal qual o hipertexto.

O hipertexto adoptou a rede semântica para a representação do conhecimento e apresenta uma forma estrutural composta por nós e trajectos de acordo com a concepção de redes semânticas para a representação e armazenamento da informação. Para Dias, (Dias, 1993) com o desenvolvimento dos modelos conceptuais, o hipertexto afasta-se da tradicional noção de rede semântica, para se aproximar da noção de esquema, em que os seus nós se caracterizam por ser grandes conjuntos de informação em formato de texto ou grafismos independentes, não tendo obrigatoriamente de corresponder a relações formais entre objectos ou a conceitos bem definidos em que a informação organizada permite o acesso à especialização em partes ou na sua totalidade dos seus conteúdos.

Os documentos passam a caracterizar-se por pequenas unidades de texto não sequenciais, que fazem parte de um grande esquema cuja estrutura global é a de uma rede complexa de “nós” que levam a outros módulos autónomos, mas interligados em duplo ou em ambos os sentidos. Aqui, o papel dos computadores, ferramentas capazes de potenciar as capacidades humanas de processamento de informação, são a tecnologia que permite interligar grande quantidade de informação através de blocos de texto em redes associativas por meio de “palavras âncora”, “*links*”, permitindo liberdade em explorar infinitas combinações informativas. No hipertexto, os blocos de texto podem ter uma estrutura de qualquer tamanho, e a liberdade de os interligar é total.

Apesar das diferenças nas definições do termo hipertexto, há consenso no facto do termo se referir a documentos cuja informação tem

uma organização e uma possibilidade de leitura não linear pese embora as discordâncias no suporte (impresso ou digital) e na inclusão de outros media (sons, imagens e diagramas). Toda esta problemática à volta das características mais particulares do formato hipertexto tem origem nos primitivos sistemas hipertexto, em que só se usava a palavra/texto nos documentos. Com o advento da tecnologia, o seu aperfeiçoamento passou a permitir a inclusão mais frequente de outros meios de representação, grafismos, sons, vídeo, etc. o que representou novas possibilidades de explorar a multi-sequencialidade da informação.

Do ponto de vista do autor, o termo deve apenas ser empregue no que se refere à utilização restrita e em exclusivo de texto. Quando se aplica a documentos em outros formatos, sons, vídeo, grafismos, etc. deve ser empregue o termo hipermedia, porque, as características muito particulares de cada um dos meios, exerce distintos efeitos sobre a comunicação e influencia as réplicas, daí a utilização diferenciada na terminologia e de acordo com o meio empregue.

Se a questão determinante e limitadora reside na tecnologia empregue isto é, poder existir em formato impresso, algumas enciclopédias e alguns artigos em livros, remetem o leitor para outros volumes na procura de informação complementar sobre o assunto em contexto, podendo-se sustentar a existência de possíveis confusões, quando se associa ao hiper-documento ao formato electrónico.

São muitos os autores que associam multi-sequencialidade às suas obras impressas, pelo facto circunstancial de remeterem os seus leitores para as típicas notas de rodapé, remeter para “consulta” ou ainda para referências bibliográficas.

Independentemente do suporte, parece que qualquer documento que apresente como característica a multi-sequencialidade

da informação e dá ainda a possibilidade ao leitor de escolher o seu próprio percurso para aceder à informação que lhe convém, mas que utilize apenas o texto, pode bem ser visto e apreciado como hipertexto. O suporte tecnológico frequentemente associado e empregue para o hipertexto, acresce-lhe apenas a vantagem da rapidez interactiva com que se acede a grandes quantidades de informação dando-lhe claras vantagens em termos de armazenamento, acesso e consulta.

Nesta perspectiva, o sistema hipertexto caracterizado por uma rede multi-dimensional de trajectos de leitura, pode conduzir a outros sistemas de representação, não só textual, possibilitando um melhor e maior enriquecimento dos conteúdos, favorecendo o processo de interacção entre as distintas e diversas formas de representação do conhecimento para o aluno.

Segundo Dias, (Dias, 1993) *“a natureza do processo interactivo que caracteriza o ambiente de trabalho hipertexto revela que os objectivos de aprendizagem desenvolvidos em cenários multimédia podem ser mais adequados e eficientes que os verbais, permitindo através da interacção aluno/computador gerar activamente o conhecimento individual”*. Reforçam a sua opinião citando Jonassen e Grabinger, 1990, em que afirmam que *“a pesquisa de informação, a aquisição de conhecimentos e a resolução de problemas como três processos de aprendizagem suportados pelo sistema hipertexto”*.

No que se refere à actividade de pesquisa, o hipertexto proporciona um vasto sistema multidimensional facilitador do acesso e recolha da informação; possui uma hierarquia que privilegia as principais relações existentes entre diferentes “nós” no sentido do desenvolvimento da interacção orientada para a aquisição de conhecimentos do aluno sem que esta seja densa, árdua e difícil, apresentando-se simples na sua utilização. A cada nó corresponde apenas o bloco ou blocos de

informação cuja associação seja mais pertinente e mais forte no sentido de disponibilizar apenas e tão-só, informação complementar. Neste sentido, a capacidade de representação multidimensional e a específica característica de abertura ao usuário em estabelecer percursos entre possíveis cenários de informação, apresenta-se como uma ferramenta cognitiva para o processo de ensino/aprendizagem.

A inter-relação existente e a natureza organizacional, entre conteúdo e contexto é um caso particular para a exploração em ambiente de ensino/aprendizagem, e esta característica permite orientar o plano de aprendizagem no sentido de proporcionar ao aluno, não apenas uma aquisição de conteúdos directamente relacionados, mas favorece o desenvolvimento de estratégias cognitivas de controlo e selecção da informação por parte deste. Fomenta-se através da interacção, o princípio de pesquisa personalizada de conteúdos, num mapa (nós) cujo percurso (rede) foi previamente estudado e pré-estabelecido. O aluno ao estabelecer outros percursos, escolhendo a sua própria leitura, ascende a níveis superiores de conhecimento, enriquecendo como seria desejável, o seu saber.

O hipertexto é por excelência um conceito essencial e necessário para o desenvolvimento de estratégias no processo de ensino/aprendizagem. As suas potencialidades podem ter implicações como pode representar intervenções positivas para o processo de transmissão e recepção de saber, na medida em que permite ao usuário – aluno – uma actuação que se diferencia da sua relação com o texto impresso. Esta diferença não é tão-somente a nível tecnológico, ou de suporte, (impresso/digital) mas diverge substancialmente na acção que desencadeia no usuário – um clique que determina uma interligação activa a outros blocos de informação. A partir desta acção o processo de ensino/aprendizagem nunca mais voltará a ser o mesmo e perante

a possibilidade de escolha do percurso mais adequado ou condizente com os interesses do aluno, este torna-se mais enriquecedor e dinâmico porque, permite uma interacção com outros conteúdos, ou seja “o princípio da multiplicidade e de encaixe de escalas” (Lévy, 1990).

Deixa de ser estático, tal qual a forma mais tradicional de leitura impressa, que se caracteriza por ser um bloco de texto unitário imutável e ininterrupto. O hipertexto permite através dos seus “nós” – heterogéneos – de acesso, libertar e fragmentar a leitura, só possível com a participação activa do usuário em que ele próprio estabelece e “concebe” uma nova organização sequencial, num texto que se apresenta sem princípio e sem fim, aquilo a que Lévy (1990) designou de “princípio da mobilidade dos centros” – a rede não tem centro, tem permanentemente vários centros.

Apesar da actual disponibilidade multimédia, ainda somos um ente, cuja cultura textual é responsável por muito material impresso, especialmente na educação. A mudança mais significativa proporcionada pelas tecnologias da comunicação é apenas ao nível da forma de escrita que passa de manual ou mecânica para um tipo de escrita electrónica. As suas potencialidades de difusão, que pode ser mais rápida através de outros media tal como a Internet ou a sua especificidade em forma de hipertexto não é muito utilizada e, no caso em que a palavra pode ser aproveitada para representar ou reforçar o contexto em que está inserida, é ainda utilizada como se de um livro se tratasse, num processo linear, detalhado e em contínuo. A grande interactividade e a enorme versatilidade permitida pelo hipertexto, não é por assim dizer aproveitada e, as potencialidades em que cada pessoa tem liberdade na escolha do seu trajecto de leitura e de acordo com os seus próprios interesses e necessidades, fica por satisfazer, deixando que uma ferramenta moderna e actual não cumpra os seus desígnios.

3.1.3 Hipermedia.

Tal como o hipertexto que tem como referência tecnológica a comunicação de informação não linear, a hipermedia baseia-se na mesma filosofia e procura não ser apenas a utilização de texto mas também de som e imagem, que pode ser de forma estática e/ou animada. Os produtos enquadrados nesta definição, permitem organizar e apresentar a informação com base em formatos multisensoriais – imagem, som, texto – recorrendo a processos não lineares de leitura e consulta.

Embora seja consensual a diferença entre hipertexto e hipermedia, parece residir algumas polémicas em torno da sua utilização. A este respeito, existem duas questões essenciais e associadas que, para Gomes, (Gomes, 1995) se traduz em saber se os termos multimedia e hipermedia são sinónimos e por outro lado qual dos termos, hipermedia ou multimedia é o mais abrangente, reforçando a questão com a dúvida de qual deles é um caso particular do outro. Na tentativa de solucionar e aclarar as dúvidas existentes, a autora remete para a definição apresentada por Smith, que parece ser esclarecedora. Assim e de acordo com Smith, citado por Gomes, (Gomes, 1995) “*hipermedia é similar ao hipertexto, mas em vez de interligar apenas texto, os utilizadores podem interligar outros media, tais como grafismos, vídeo, folhas de cálculo, animações e voz*”. Apesar desta esclarecedora definição, ainda são muitos os autores que usam de forma indiscriminada o termo hipermedia e multimedia.

Com base no que foi dito, crê ser relevante que o termo hipermedia deve ser utilizado apenas quando se referir a documentos cuja estrutura de organização e o modo de acesso à informação embora muito parecido com o do hipertexto, inclui também imagens, grafismos, textos e som. A este respeito crê ser também relevante até pela proximidade de meios utilizados – imagens, grafismos, textos e som – distinguir hipermedia de multimedia. O que distingue os dois – hipermedia e

multimédia – é precisamente o elevado grau de interactividade que apresenta o hipermédia e o facto de ter uma organização não sequencial da informação.

A diferença entre multimédia e hipermédia está na circunstância em que os documentos hipermédia são documentos que necessariamente apresentam uma organização não linear da informação e não só permitem como possuem, um grande grau de interactividade. Não é totalmente desapropriado e nesta ordem de ideias explanadas, considerar o hipermédia como um modo híbrido de apresentar a informação. Este modo híbrido resulta da representação não sequencial da informação proveniente do hipertexto, associado ao formato multisensorial ou multimodal característico do multimédia, destacando a particularidade no uso do suporte electrónico. No que diz respeito à sua abrangência, Gomes (Gomes, 1995) refere no seu estudo que são múltiplas as opiniões e que não há consenso na questão de qual deles é um caso particular do outro. Para Gomes (Gomes, 1995) não restam dúvidas e apresenta uma definição do termo hipermédia, considerando-o como *“um documento com um modelo não linear de organização e consulta de informação, representada sob múltiplos formatos e suportada por dispositivos digitais de registo e de acesso à informação que possibilitam um elevado grau de interactividade”*. Na continuidade do seu pensamento, reforça a sua definição acrescentando que o hipermédia é um caso particular do multimédia, na medida em que neste está subjacente a representação multidimensional e não linear da informação.

É precisamente as características peculiares na informação apresentada, formato não linear e multisensorial ou multimodal com base em suporte digital, que despertou a atenção como um novo meio tecnológico de comunicação para o processo de ensino aprendizagem.

Devido à sua excepcional aptidão em fornecer grandes quantidades de informação através de textos, gráficos, imagens e sons, é que a hipermédia passou a ser muito habitual na educação e possibilitou que a informação chegasse ao aluno através de formatos interligados entre si. Estas características preenchem os requisitos necessários para educar um qualquer aluno, na medida em que prendem a sua atenção através da conjugação de texto, imagem e som e no final se se desejar, podem remeter para um teste com o qual se pode verificar se os conceitos foram realmente compreendidos. Para além deste requisito, os sistemas hipermédia permitem um alto grau de interactividade e fomenta métodos de aprendizagem noutros moldes e de várias formas, permitindo aos alunos meditar e construir oportunidades de aprendizagem servindo-se de um ambiente amigável, não convencional, cativante e estimulante.

A partir do momento em que a civilização entrou no modelo “sociedade da informação”, passou a ser exigido à Escola e aos seus modelos educativos, que se adequasse às novas exigências e neste sentido, houve a necessidade de reflectir à volta do conhecimento vs aprendizagem, requalificando o papel desempenhado pelas tecnologias da informação e comunicação no processo de ensino/aprendizagem.

Na era do “digital” o conhecimento deve ser activo e flexível, adaptável às constantes alterações e aqui, a resposta dos sistemas hipermédia constituíram-se como ferramenta tecnológicas ideais e apropriadas.

As transformações das sociedades, as rápidas alterações na perspectiva do trabalho de acordo com a velocidade do aparecimento e renovação dos saberes e a sua crescente intelectualização e mecanização, “*tecnologias intelectuais que amplificam, exteriorizam e modificam o número de funções cognitivas do Homem*”, (Lévy, 1997) não consentem saberes estáticos que até há bem pouco tempo foram suficientes para o

desempenho cabal de uma profissão. É urgente a “*transição do velho paradigma do “ensinar falando” e da educação e formação para um emprego ao longo da vida, para o novo paradigma da aprendizagem ao longo da vida*”. (Forsyth, citado por Gomes, 1995)

Para Dias, (Dias, 2000) ao centrar o processo de ensino/aprendizagem no aluno, baseado no modelo construtivista, teve como consequência o incentivo na criação de ambientes inovadores por parte dos educadores para “*ajudar os alunos a ligar a nova informação à anterior, a procurar informação relevante e a pensar acerca do seu próprio pensamento, acentuando deste modo a necessidade de se proceder ao desenvolvimento do projecto educacional numa perspectiva integradora do aluno, dos media e dos contextos de construção e produção da própria aprendizagem*”. Para este cenário, os novos meios tecnológicos interactivos, ocupam um lugar privilegiado e o computador passou a ser o actor principal a par dos avanços na investigação em áreas das teorias da aprendizagem. A máquina permitiu utilizações alternativas de eficazes ferramentas interactivas, fomentando ambientes de aprendizagem ideais para um modelo construtivista emergente.

Para o modelo construtivista a aprendizagem é um processo que se quer activo na construção do conhecimento e não passivo, na medida de adquirir conhecimento. O objectivo do modelo construtivista no que respeita ao processo é ajudar essa construção e não transmitir conhecimentos. A grande novidade deste modelo está na perspectiva inovadora em concentrar o aluno no papel de construtor do seu conhecimento, ao contrário do modelo cognitivista em que o aluno apenas processa os conhecimentos que lhe são transmitidos. Há que sublinhar o aspecto indispensável em que ocorre esta aprendizagem e apesar da construção do conhecimento ser uma actividade única e unicamente pessoal, em que cada aluno descobre e aprende por si próprio, também

depende do contexto em que acontece essa aprendizagem, actividade sociocultural em que o professor, os colegas e os próprios curricula fazem parte desse contexto.

Coutinho, (Coutinho, 2005) no seu estudo sobre o modelo construtivista e os hipermedia, relata as conclusões a que Ayersman, John Emerson e Frederick Mosteller chegaram nas suas investigações desenvolvidas no âmbito do processo ensino/aprendizagem através de hipermedia. Dessas conclusões destaca as seguintes:

- *“Há uma atitude positiva face aos hipermedia”;*
- *“O carácter multimodal ou multimédia dos hipermedia faz com que se adaptem melhor a diferentes estilos cognitivos”;*
- *“O hipermedia é pelo menos tão eficaz quanto o ensino tradicional, mas mais eficaz em actividades de remediação e com alunos com dificuldades de aprendizagem”;*
- *“Quando os estudantes concebem os seus documentos hipermedia tem benefícios que excedem largamente a aquisição de conteúdos porque desenvolvem capacidades adicionais de pesquisa, interpretação e comunicação da informação”;*
- *“ Comparativamente com os métodos tradicionais o programa multimédia parece ter maior potencial na promoção da aprendizagem”;*
- *“Níveis mais elevados de interactividade parecem estar associados a melhores resultados na aprendizagem”;*
- *“O uso de produtos hipermedia pode reduzir o tempo necessário à realização de determinadas tarefas oferecendo assim ganhos na eficiência”.*

Dias, (Dias, citado por Coutinho, 2005) e no âmbito do seu estudo muito específico sobre desorientação em ambientes hipermédia, identifica um problema de navegação em hiperdocumentos e que identifica como o *“problema da desorientação no hiperespaço”*. Este caracteriza-se pelo sentimento de *“estar perdido”*, de *“não saber para onde ir”* e de *“não saber onde estou”*. Sublinha a este respeito e considerando esta dificuldade como uma questão fulcral, a necessidade de avaliar o mérito do hipertexto/hipermédia e de se equacionarem as suas potencialidades educativas quando os utilizadores se deparam com estes sentimentos que parecem ser comuns quando interagem com este tipo de sistema.

Um outro aspecto a ter em conta, liga-se com o domínio do aluno sobre o processo da sua própria aprendizagem, e remete para o parecer de Macknight em que os resultados não são os melhores, sobretudo com alunos médios ou abaixo da média. A evidência das pesquisas apontam para que quando é dado aos alunos o controlo sobre as variáveis de instrução, estes não tomam as melhores opções sendo que, os alunos que necessitam de mais apoio, são os que pesquisam menos e os mais bem sucedidos, pesquisam de mais. Numa situação em que os alunos foram sujeitos a um controlo no processo de ensino/aprendizagem, por um professor ou por um design de instrução mais rígido e adaptativo, aprenderam regularmente mais do que aqueles que detinham um auto controlo do processo ensino/aprendizagem.

Conclusivamente apontam-se vantagens no uso de sistemas hipermédia para os *“alunos em determinadas tarefas que requerem busca rápida de informação em bases de informação extensas ou múltiplas em que é necessário manipular e comparar dados. Fora deste contexto, os media já existentes são ou melhor ou iguais à nova tecnologia”*; *“o aumento do controlo pelo aprendiz é utilizado de forma diferenciada*

conforme as capacidades individuais. Os alunos com menores capacidades são os que revelam mais dificuldades com os hipermedia” e “a interacção do estilo do aprendiz no uso dos hipermedia oferecem o princípio de uma explicação para os resultados contraditórios que surgem na literatura comparando ambientes hipermedia com outros ambientes de aprendizagem. Mais especificamente, os alunos passivos são mais influenciados pela busca de informação relevante, e a combinação da capacidade individual com a vontade de explorar determinam a qualidade da forma como se explora esta tecnologia”. (Coutinho, 2005)

Tirar conclusões gerais do uso dos ambientes hipermedia pode ser uma atitude prematura, pese embora os relatos positivos de vários estudos bem como as lacunas detectadas quanto à eficácia destes sistemas. Parece ser consensual que a eficiência depende da forma como é utilizado e, no modo de “mais um sistema para apresentar informação”, a experiência de décadas permite concluir que não há grandes esperanças em termos de resultados positivos para o processo de ensino/aprendizagem. As esperanças residem no facto em que a potencialidade do sistema hipermedia seja aplicado em cenários educativos colaborativos, em que se procura o potencial de aprender com os sistemas hipermedia e não tão-somente dos hipermedia.

Ao escutar relatos tão promissores de práticas educativas que envolvem alunos em aprofundados estudos e com enormes taxas de motivação, em variadíssimos temas e com sucessos nunca antes alcançados, facilmente nos deixamos entusiasmar por estas incríveis e aliantes descrições. O surgimento destes ambientes hipermedia a par dos relatos mais extraordinários, criaram uma corrida desenfreada ao uso indiscriminado destes ambientes alguns com características pouco apropriadas para o processo ensino/aprendizagem, uma verdadeira

hipereuforia como caracterizou Gomes (Gomes, 1995). Neste sentido a autora alerta para o risco decorrente da “*adopção indiscriminada e simplista desta nova e fascinante tecnologia*”, reforçando as suas ideias com a afirmação de Palisant afirmando que “*o hipertexto não é apropriado para todos os projectos e é muito fácil criar uma base de dados sem coerência (...). O utilizador não deve pagar o preço desta nova exploração da escrita*”. (Palisant, citado por Gomes, 1995)

O uso indistinto e apelante dos sistemas hipermédia apenas e tão-só como mais uma ferramenta de produção de programas informáticos no seio de um ensino clássico totalmente desfasado desta tecnologia inovadora, aparente e não substancialmente nova, num princípio metodológico e num processo de ensino/aprendizagem desactualizado, contraria os princípios característicos e subjacentes aos sistemas hipermédia. A filosofia subjacente permite ao documentos hipermédia disponibilizar um ambiente de ensino aprendizagem diferente do convencional, proporcionando aos alunos a oportunidade de aceder a grandes quantidades de informação, de acordo com os seus interesses e motivações pessoais, considerando sobretudo diferentes pontos de vista e ângulos de análise. O acesso simplista que usualmente se faz desta tecnologia apresenta inconsistências com os princípios e potencialidades dos sistemas hipermédia, deixando de ser ambientes propiciadores de aprendizagens flexíveis, capazes de sustentar ritmos de aprendizagem individualizados impulsionadores activos de autonomia, quer na construção ou nos percursos de aprendizagens. O hipermédia não se adapta a todas as situações e projectos educativos e são os alunos, aqueles que pagam um elevado preço pelo seu uso inconsistente e incoerente.

Devido à sua riqueza, desenhar uma função específica para o hipermédia numa Escola em que predomina um conhecimento factual

onde se dá a transmissão e reprodução de conhecimentos próprio das necessidades educativas da sociedade industrial numa conjuntura que tende cada vez mais para a sociedade do conhecimento, em que se manipula e processa grandes quantidades de informação, aparenta ser uma mais-valia pois permite disponibilizar uma grande quantidade de informação apresentada em multiformato facilitador da aquisição e memorização dos conhecimentos. Desta forma, em nada se contribui para renovar as práticas pedagógicas ou para o desenvolvimento da “flexibilidade cognitiva” dos alunos, especialmente quando trabalhamos ao nível do aprofundamento dos saberes e em domínios complexos e pouco organizados.

3.1.4 A estereoscopia e a técnica de Chromadepth.

A estereoscopia visual está relacionada com a capacidade de percepção dos objectos com profundidade espacial, fenómeno natural que ocorre quando uma qualquer pessoa observa o espaço à sua volta. Esta técnica baseia-se na observação de um objecto partindo de dois pontos de observação que se denominam de paraaxiais (eixos adjacentes).

Foi no decurso da evolução natural que alguns animais perderam o campo de visão de praticamente 360^o proporcionado pela colocação lateral e de forma oposta dos olhos e passaram a adquirir uma nova visão, binocular ou estereoscópica, devido ao posicionamento frontal dos olhos na cabeça. Esta capacidade alcançou na prática, uma relevância para a sobrevivência física da espécie humana no sentido de proporcionar o efeito de profundidade e conseqüentemente a capacidade de poder avaliar a distância que separa os objectos do observador. Na visão monocular, esta capacidade existe mas de forma rudimentar, em

que a noção de profundidade é tão-somente proporcionada pela lei da perspectiva em que o tamanho aparente dos objectos diminui na medida em que estes se afastam do observador e os que estão mais próximos ocultam atrás de si os objectos mais distantes, quando se encontram no mesmo eixo perspectivo.

Normalmente a imagem representada é bidimensional, seja impressa ou apresentada em monitor. Qualquer ponto da imagem pode ser identificado de acordo com coordenadas “X” e “Y”, em que “X” é a posição horizontal e “Y” é a posição vertical. A imagem tridimensional é identificada por outra coordenada “Z”, responsável pela aparência do fenómeno da profundidade. “Z” não pertence à imagem representada e pode-se dizer, que é uma dimensão extra pois só a comparação e a observação de determinados requisitos nos objectos é que temos a percepção da dimensão “Z”, portanto a terceira dimensão.

A visão natural tridimensional e estereoscópica que o Homem percebe é o resultado da interpretação por parte do cérebro de duas imagens bidimensionais e ligeiramente diferentes que cada olho captura, obtendo assim uma informação em profundidade, distância, posição e tamanho dos objectos. Este fenómeno ocorre através da disparidade da retina humana e caracteriza-se por ser a distância, na horizontal, entre os pontos de sobreposição correspondentes às imagens esquerda e direita na retina e pelo efeito de paralaxe, que se caracteriza pela distância horizontal entre a imagem esquerda e a direita em que aparece os objectos relativamente ao observador. Este fenómeno natural também pode ser recriado através do uso de softwares apropriados.

A estereoscopia visual não está directamente ligada a uma imagem. Este fenómeno só acontece quando o nosso cérebro interpreta as imagens que cada olho captura e é classificada como efeito activo. Quando olhamos para a representação imagética obtida

por uma câmara fotográfica, pese embora o facto da imagem ser estática e bidimensional percebemos alguns efeitos que fornecem características tridimensionais à representação e que são perspectiva, iluminação, oclusão, sombra e gradiente da textura.

A característica da perspectiva é realçada pela relação de escala dos objectos e caracteriza-se pelo fenómeno em que os objectos mais afastados do ponto de vista do observador são visualizados com uma escala inferior (pequenos) e os mais próximos são observados com uma relação de escala maior (grandes). Deve-se destacar que o conceito de “afastado” e “próximo”, mostrado na fotografia são características impróprias pois apesar da sua representação tridimensional ela é e sempre será bidimensional, portanto planar. (imagem 12)

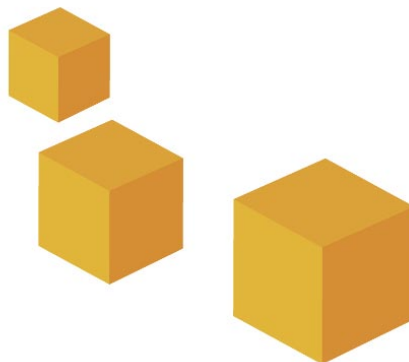


Imagem 12 – Efeito de perspectiva.

O efeito de iluminação aplicado aos objectos adiciona características visuais que ajudam a aperfeiçoar a sua visualização tridimensional e a sua forma, contribuindo para acrescentar um grau de realismo aos mesmos. (imagem 13 e 14)



Imagem 13 – Com efeito de iluminação.

Imagem 14 – Sem efeito de iluminação.

A oclusão é responsável pela ordem com que se observa os objectos em termos de distância e caracteriza-se pelo efeito de ocultação parcial ou integral dos objectos que se encontram por de trás de outros. (imagem 15) O efeito de sombra auxilia a visualização dos objectos na medida em que esta determina se estes estão apoiados (fixos ao plano) ou não em planos (a flutuar). (imagem 16) A representação do efeito de gradiente da textura, contribui para o reforço do efeito de perspectiva na medida em que o efeito de “*degradê*” representa a perda na definição da cor/textura que se percepção na realidade e quando os objectos se encontram afastados do ponto de vista do observador. Este efeito é tanto maior quanto mais afastado se encontra o objecto do observador.



Imagem 15 – Com efeito de oclusão.

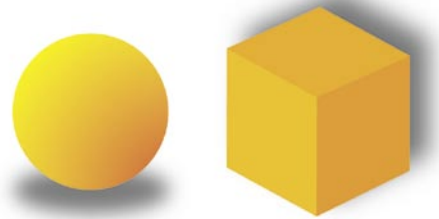


Imagem 16 – Com efeito de sombra.

A estereoscopia visual é responsável pela capacidade de percepção das imagens em três dimensões, isto é, perceber o efeito de profundidade. Os dispositivos que permitem a visualização estereoscópica, estão assentes no princípio de oferecer imagens distintas a cada olho permitindo assim a sensação de profundidade tal qual a realidade. Esta capacidade é possibilitada por várias técnicas de estereoscopia. Projectão polarizada, óculos obturadores sincronizados, par estéreo, anaglifos, monitores lenticulares, Efeito Pulfrich, estereogramas de pontos aleatórios, display auto estereoscópico e estéreo por disparidade cromática (Chromadepth).

A técnica da projecção polarizada, utiliza dois projectores em que cada um corresponde a uma imagem para cada olho e nos quais é colocado um filtro polarizador desfasado 90° (por exemplo, um plano vertical e um horizontal) na luz projectada. O usuário utiliza por sua vez, óculos com lentes polarizadas cuja orientação é coincidente com a dos filtros utilizados nos projectores e permite a cada olho ver apenas uma das imagens projectadas, resultando da fusão destas duas imagens em separado a visão estereoscópica. A projecção dos dois projectores é feita sobre uma tela de projecção prateada para preservar a polarização na reflexão.

Na técnica dos obturadores sincronizados, o usuário utiliza para a visualização estereoscópica um par de óculos de lentes feitas em cristal líquido e permite a observação num monitor de um computador ou através de um televisor. O fenómeno da estereoscopia é percebido porque, o controle electrónico das lentes permite instantaneamente a opacidade ou a transparência das lentes de acordo com o sinal de vídeo de forma a tornar opaca a lente da esquerda e transparente a da direita quando estiver a ser exibida a imagem referente ao olho direito ou vice-versa. Esta possibilidade deve-se ao “*refresh*” suficientemente rápido do vídeo (60Hz).

O par estéreo permite a visualização estereoscópica porque são apresentadas duas imagens a par, geradas de forma em que cada imagem é posicionada tendo em consideração a distância entre os olhos do observador, e deslocadas horizontalmente. (imagem 17) A técnica anaglífica sobrepõe o par estéreo de forma centralizada. (imagem 18) A diferença está no facto de que a imagem que corresponde ao olho direito é desenhada na cor vermelha e a do olho esquerdo é de cor verde. Os óculos utilizados actuam como filtros e permite que cada olho veja apenas a imagem correspondente. Utiliza-se agora a cor verde no desenho correspondente ao olho direito e vermelha no

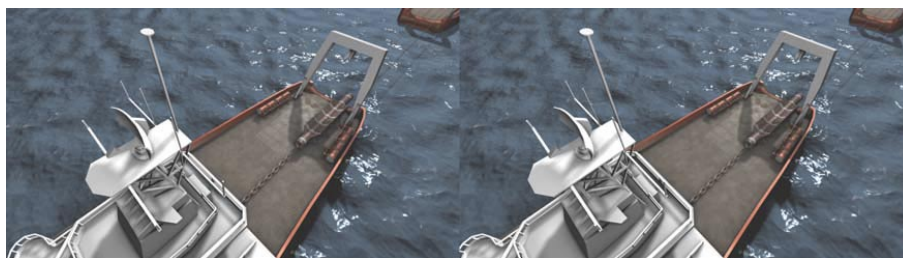


Imagem 17 – Exemplo de formato lado a lado de imagem estéreo.

Fonte: TECGRAF - Grupo de Tecnologias em Computação Gráfica
Departamento de Informática.

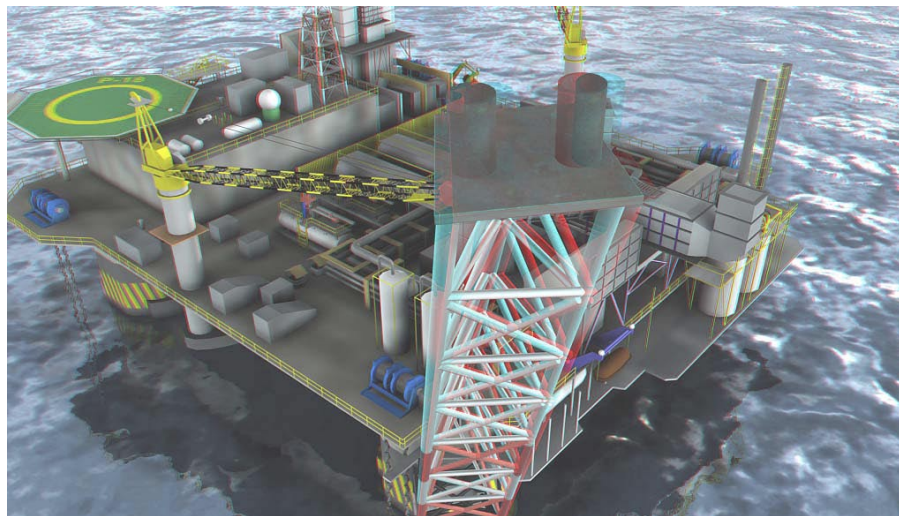


Imagem 18 – Estéreo anaglifo com componente verde adicionada.

Fonte: TECGRAF - Grupo de Tecnologias em Computação Gráfica
Departamento de Informática.

desenho correspondente ao olho esquerdo, gerando o efeito estéreo. Esta técnica pode ser impressa ou exibida em monitor de computador. A imagem pode ser colorida ou em tons de cinza ou ainda em cores puras (vermelho e verde/azul) o que permite com estas últimas cores uma melhor qualidade no efeito estéreo.

Os monitores lenticulares têm um sistema de lentes que permite a duas ou mais imagens em paralelo e comprimidas na horizontal, se mostrem ao usuário apenas como uma, de forma não comprimida e em estéreo sem o auxílio de óculos. Esta técnica ainda pouco utilizada caracteriza-se por só resultar quando o usuário está de frente e perpendicularmente ao monitor.

O efeito Pulfrich para a obtenção do efeito estereoscópico faz-se através do uso de um filtro num dos olhos, o equivalente a uma lente de óculos escuros e uma animação convencional. A percepção

diferenciada da mesma animação pelos dois olhos baseia-se no fenómeno de que o olho humano tende a perceber a luz de forma mais lenta quando a intensidade luminosa é menor e assim possa ver o mesmo objecto em posições diferentes em cada olho o que gera a sensação de profundidade. O controlo de profundidade para além de não ser completo, só funciona com objectos em movimento horizontal.

Os estereogramas de pontos aleatórios (*Random-Dot Stereogram*) têm como princípio o par estéreo e as duas imagens são construídas sobre uma mesma imagem com apenas uma das partes alterada, precisamente aquela com que se deseja alterar o efeito de profundidade.

Os displays autoestereoscópicos apoiam-se na técnica em cada imagem é “fatiada” e reside sobre as colunas pares e ímpares do monitor. As fatias assim obtidas são direccionadas para cada olho do usuário através de uma película lenticular colocada na superfície do monitor permitindo o estéreo visual sem a necessidade de óculos.

O estéreo por disparidade cromática (*Chromadepth*) utiliza lentes especiais que codificam a cor em diferentes profundidades. Estas lentes mudam a direcção da luz que as atravessa de acordo com a sua cor, criando um efeito em que os objectos parecem flutuar no espaço. O uso das cores para criar o efeito estéreo, não permite o uso de cores naturais, obrigando à escolha das cores de acordo com o efeito e conforme o padrão de profundidade que se deseja. Assim, as cores frias tendem a afastar-se do observador e a dar a sensação de “atrás” ou de “longe” e as cores quentes, dão a sensação inversa, tendem a aproximar os objectos do observador. A variação tonal entre as cores frias e as cores quentes, tendem a representar passos intermédios na escala de profundidade. A técnica é utilizada em variados ramos das ciências desde que não se necessite das cores naturais. Ela serve para imagens impressas e para

imagens visualizadas em monitor, o que obriga ao uso de dois tipos de óculos, respectivamente, Chromadepth® 3D *Standard Glasses*, para visualização em impressos e Chromadepth® 3D *High Definition (HD)*, para visualização em monitores.

A técnica estéreo por disparidade cromática (Chromadepth) permite uma aproximação mais eficiente da coordenada “Z” através da codificação da profundidade da cor na paleta de cores 3D – Chromadepth, com a determinação e percepção da sua posição espacial no padrão de profundidade. Para a observação do efeito de profundidade, a escolha da cor de fundo é o factor mais determinante para se obter o efeito de percepção da terceira dimensão, “Z”. Entre as cores possíveis, o preto e o azul-escuro são aquelas que quando utilizadas como cor de fundo, permitem um resultado mais acentuado do fenómeno. No processo inverso, para cores de primeiro plano, o vermelho é a cor que mais se destaca no efeito de profundidade. É aquela que em comparação com as outras cores, se aproxima mais do ponto de vista do observador, por vezes criando um efeito muito acentuado. As cores que se usam para cobrir o fundo – preto e azul-escuro – devem ser muito puras porque, a variação tonal produz diferenças nos efeitos de profundidade. Entre as cores de fundo (preto e azul-escuro) e as cores de primeiro plano (vermelho), encontram-se todas as que o espectro visível da cor permite. Assim uma paleta possível e de acordo com o efeito de profundidade, é o uso do vermelho, laranja, amarelo, amarelo-esverdeado, verde, azul-esverdeado e preto ou azul-escuro, respectivamente em ordem do primeiro plano para o plano de fundo. Quando se utiliza o azul-escuro para cor de fundo, deve-se mesclar esta cor com algum preto para reforçar o espaço de profundidade – ter fundo dentro do fundo – pois corre-se o risco de a cor azul-escuro se tornar indefinida. O preto oferece um *background* para ampliar a profundidade aparente, facilitando a percepção e localização no espaço.

Sugestionar o olhar com elementos próprios do efeito de perspectiva, nomeadamente, sobreposição, alteração de escala de acordo com a profundidade, sombras próprias e projectas dos objecto em outros objectos, variação da matiz e do brilho, podem aumentar intensamente o efeito de profundidade proporcionada pelos óculos.

Quando o objecto migra de um plano mais afastado para um plano mais próximo do ponto de vista do observador, na maior parte das vezes é suficiente a alteração de escala, sem ser necessário alterar a cor do objecto. Pode-se reforçar o efeito com a alteração da cor de base adicionando apenas a cor correspondente na escala de profundidade. Por exemplo, se o objecto tem a cor amarela e migra para um plano mais próximo do ponto de vista do observador, pode-se juntar ao amarelo a cor laranja e tingir o amarelo com a cor laranja, obtendo um amarelo alaranjado. Esta estratégia de alteração de escala aliada à variação de cor acentua a ilusão de profundidade do objecto mesmo sabendo que não houve qualquer alteração no movimento do objecto de trás para a frente. Esta ilusão é finita e tem como limite a coincidência da cor de fundo e o vermelho como cor de primeiro plano. As cores frias – mais escuras no brilho – são as preferidas para os objectos que se encontram ao “fundo/longe” e as cores mais quentes – mais luminosas no brilho – para o primeiro plano, aquele que se aproxima do ponto de vista do observador.

Neste efeito de escala cromática há a necessidade de cuidados especiais no uso da cor branca para aclarar cores ou obter efeitos de sombra, porque o efeito que o uso da cor branca na superfície de um objecto que está no mesmo plano pode sugerir, é que na área correspondente em que foi usado branco, esta pode parecer flutuar de forma independente desse mesmo objecto. Para resolver este problema, pode-se optar por duas soluções. A primeira é a de fazer baixar o brilho

do objecto adicionando a cor preta e nas zonas mais claras diminuir a percentagem do uso da cor preta. Outro método consiste em usar da paleta de cores, uma cor que seja em termos de percentagem mais próxima da cor de base do objecto e ligeiramente desfasada desta. O uso da cor preta é extremamente importante para o efeito de profundidade. O uso desta cor deve ser usada para destacar as zonas que estão em penumbra pois, o uso da cor preta nos objectos e em fundo azul, fá-los aproximarem-se do fundo criando a ilusão de profundidade.

Existem alguns problemas – identificados – que envolvem a visualização de imagens estereoscópicas, devido a falhas tecnológicas ou à própria fisiologia do sistema visual humano. Esses problemas identificam-se sempre que há um esforço visual para obtenção da visão estereoscópica, ora causando desconforto ou stress visual. São conhecidos três problemas mais comuns e que são o “problema de convergência/acomodação”, “conflitos entre a interposição e a profundidade paralaxe” e o “efeito crosstalk”.

O problema de convergência/acomodação dá-se quando e ao contrário do que ocorre na realidade, em que os olhos focalizam os objectos e cada olho ora pela acomodação da forma do cristalino ou pela convergência de um olho em direcção ao outro, se adaptam ao objecto a visualizar o que, após a focalização e a convergência dos olhos, o cérebro funde as duas imagens – obtidas pelo olho esquerdo e pelo olho direito – numa só, possibilitando desta forma a visualização estereoscópica ou em profundidade. Ao olhar para um monitor, os olhos são acomodados pela superfície/plano deste, mas são convergidos pela paralaxe entre a imagem do olho esquerdo e a imagem do olho direito. Consequentemente há uma quebra das habituais respostas nos dois mecanismos, o que para algumas pessoas se traduz num desconforto visual.

O conflito entre a interposição e a profundidade paralaxe observa-se quando existe uma paralaxe negativa – sensação de que o objecto está a sair do plano – no objecto e ao mesmo tempo existe uma obstrução por parte da abertura de observação. Este problema ocorre devido à conflitualidade entre a profundidade tridimensional resultante da paralaxe negativa e a interposição entre o objecto e o monitor, prejudicando seriamente o efeito de profundidade estereoscópica.

O efeito crosstalk está muito ligado às limitações tecnológicas nos dispositivos de apresentação electrónica – monitores. O efeito crosstalk dá-se quando os monitores de alta-frequência (mais de 100 Hz), não permitem que o fósforo do monitor tenha tempo suficiente para retomar ao seu estado de baixa energia entre cada apresentação das imagens do olho esquerdo e do olho direito. Outro problema observado tem a haver com a falta de total opacidade que os obturadores de cristal líquido dos óculos. Esta falha permite a passagem de (+/- 10%) de luz parasita que vai interferir com a qualidade da estereoscopia, permitindo que um dos olhos veja parcialmente a outra imagem, gerando uma imagem fantasma. Esta interferência não impede a estereoscopia mas causa desconforto visual.

A estereoscopia visual está relacionada com a habilidade de percepção do efeito de profundidade espacial. Esta aptidão foi utilizada desde a algum tempo, para facilitar a visualização de objectos complexos no espaço e também no estudo da Geometria Descritiva. De início as técnicas eram muito simples e baseavam-se sobretudo em “pares estéreo” ou em “anaglifos”. A estereoscopia acompanhou o desenvolvimento tecnológico e hoje permite-se possibilidades bem mais sofisticadas que melhoraram consideravelmente a capacidade estereoscópica de ver objectos no espaço. Esta capacidade potencia a habilidade de visualização espacial por parte de alunos de Geometria

Descritiva que tenham dificuldade, pois melhora a compreensão dos exercícios apresentados permitindo um maior desenvolvimento.

Segundo Seabra (Seabra, 2004) as “*disciplinas de Geometria Descritiva e Desenho Técnico, associadas às técnicas modernas de estereoscopia, potencialmente podem proporcionar avanços significativos no processo de ensino-aprendizagem e desenvolvimento da habilidade de visualização espacial, incentivando a aprendizagem dos conceitos, visando torná-la mais fácil, interessante e atractiva. Com isso, a motivação do aluno tende a aumentar, visto que o estudo não ficará restrito somente à sua capacidade de imaginação*”.

A finalidade básica da estereoscopia no uso da percepção espacial de objectos, sempre foi o da facilitação da visualização desses objectos no espaço podendo esta técnica ser empregue em softwares interactivos, como apoio ao aluno e também como apoio ao ensino presencial. Como se viu, os media para a obtenção da estereoscopia passa pela apresentação impressa ou visualização em monitor, podendo ser composto por imagem estática ou animada, ilustrando quer conceitos quer exercícios complexos.

3.2 O caso da Geometria Descritiva.

A disciplina de Geometria Descritiva é ministrada aos alunos do Ensino Secundário em dois anos à escolha dos alunos. O aluno poderá optar pela sua frequência no 10º e 11º ano ou no 11º ou 12º ano de escolaridade. Os requisitos básicos que os alunos importam para este ciclo de estudos são obtidos no ciclo de estudo anterior – 3º ciclo, 7º, 8º e 9º anos – e apresentam características de superficialidade no que diz respeito à percepção, compreensão e à simulação de objecto

no espaço bem como a sua representação gráfica bidimensional. Estas frágeis competências, característico dos alunos que ingressam no ensino secundário, e a sua visível e gradual deterioração, devem-se sobretudo à redução da carga horária de três anos para dois anos lectivos.

Ao professor que labora com alunos com o perfil acima descrito, é-lhe anunciado alguns desafios que devem ser superados no primeiro período, com risco de constituir uma ameaça e um fracasso para o todo o ciclo de estudos, se estes não forem debelados. Neste sentido, cada professor por si, de acordo com a sua experiência e criatividade e ajustado às características heterogéneas dos alunos que constituem a turma, para além de ter que ensinar os conceitos de Geometria Descritiva, tem que transmitir e desenvolver nos alunos a capacidade de visualização tridimensional, desenvolver o raciocínio espacial tendo como base a representação bidimensional e acostumar os alunos com as normas e a representação técnica dos objectos no espaço bidimensional, ferramenta indispensável para todas as áreas em que a Geometria colabora.

Outra das dificuldades deparadas pelo professor de Geometria Descritiva é a de motivar o aluno para o estudo dos conteúdos numa disciplina que é ministrada através de aulas teóricas expositivas com apoio do “quadro negro”, apontamentos que o professor fornece e no manual escolar que só por si faz embaciar qualquer raciocínio espacial abstracto. Portanto, estamos perante uma disciplina que normalmente é considerada pelos alunos como teórica, estéril e de difícil intelecção. Esta caracterização deve-se sobretudo à dificuldade em encontrar uma relação dos modelos estudados em sala de aula, com as estruturas reais em que a Geometria Descritiva coopera. Obter, aplicar conhecimentos e aplica-los em novas situações é a prática comum de qualquer aula de Geometria Descritiva.

Cada vez mais se observa uma procura crescente de soluções que proporcionem incremento de motivação para a aprendizagem da Geometria. “*Arthur Combs (1965), um defensor do ponto de vista humanística, sugeriu que os professores devem tentar compreender situações de aprendizagem estando abertos a como as coisas parecem do ponto de vista dos estudantes e observou, que a tarefa do professor não é de ditar, de fazer, de moldar, de forçar, de coagir, ou de persuadir. O papel do professor é o de facilitador, do encorajador, do ajudante, do assistente, do colega e de amigo dos seus alunos*”. (Bailey, s/data)

Ultimamente assiste-se a um crescimento na procura de soluções que proporcionem maior grau de motivação para a aprendizagem e entre elas estão aquelas que são preconizadas por Biehler e Snowmen e citado por Ferreira (Ferreira, 1977) no sentido de tornar o “*estudo activo, baseado na investigação e que seja o quanto possível, socialmente útil*” “*como utilizar nas aulas exemplos retirados do mundo real*”. Assim sendo, procuram-se recursos que maximizem a aprendizagem dos conteúdos trabalhados na aula e que os mesmos despertem a atenção do aluno para a sua compreensão e aprofundamento, para um perfeito domínio.

Desde há muito que as noções de ensino/aprendizagem têm apresentado diversos conceitos, mais ou menos adaptados às circunstâncias sócio políticas vigentes. Como processo, tem-se mantido desde os tempos mais remotos da história e actualmente, o maior desafio que a prática docentes tem tido, talvez seja o de empregar avanços tecnológicos para activar justamente este processo. Na generalidade, cada vez mais cedo os alunos tomam contacto com novos meios e o uso das tecnologias são fundamentais para a criação de alternativas às aulas tradicionais. Estes alunos habituados a contactarem e a manipular desde a tenra infância com equipamentos electrónicos, tendem a tornar-

se cada vez mais críticos e exigentes em relação ao formato e ao modo que os conteúdos são transmitidos em ambiente de sala de aula.

A importação das técnicas e das tecnologias da informática e os meios actualmente disponíveis para o ambiente de aula, implicam mudanças quer na relação aluno/professor quer nos métodos pedagógicos empregues. “*Que a técnica condiciona, isso significa que ela abre certas possibilidades, que certas opções culturais ou sociais não poderiam ser seriamente encaradas sem a sua presença*”. (Lévy, 1997)

Ao professor está reservado o papel de agente pedagogicamente activo, criativo e crítico na procura de soluções que dêem resposta às novas exigências de transmissão de conhecimento para que a Escola possa rapidamente seguir de perto as mudanças técnicas, tecnológicas e sociais. Aparentemente a Escola acompanha estes progressos e evoluções mas, quando observada por um olhar mais atento, reproduz as mesmas práticas ancestrais camufladas por uma tecnologia. Significa dizer que a Escola não evoluiu, mas adaptou uma tecnologia à sua prática sem que daí resultasse novas e criativas experiências. Produz-se mais do mesmo.

É urgente iniciar-se o desenvolvimento de processos que se distanciem dos tradicionais métodos expositivos e se passe a actividades e metodologias escolares mais intuitivas e recentes como apoio às aulas ministradas. No caso da Geometria Descritiva apoiar as aulas com recursos visuais e apresentações de modelos tridimensionais animados seria extremamente produtivo para a percepção dos objectos sob diferentes ângulos.

A aprendizagem com recurso e uso da tecnologia vai certamente trazer benefícios ao aluno, uma vez que facilitará a compreensão de conceitos por meio de simulações do mundo tridimensional, com

a qual despertará a consciência crítica e conseqüentemente soluções mais criativas. “*A simulação assistida por computador permite ao sujeito explorar modelos mais complexos e em maior número do que se encontrasse reduzido aos recursos do seu imaginário mental e da sua memória a curto prazo, ainda que secundados pelo auxiliar demasiado estático que é o papel*”. (Lévy, 1997, pp. 158).

Não é suficiente dispor da tecnologia. Urge a necessidade de criar competências para transformar pelo uso dela, a informação em conhecimento e que os professores estejam aptos a lidar com a tecnologia de forma criativa e crítica para garantir uma formação que acompanha a evolução e que seja de qualidade.

3.2.1 A Estereoscopia como proposta de ensino/ aprendizagem da Geometria Descritiva.

O interactivo que se apresenta apoia-se num ambiente possível e susceptível de aprendizagem para a disciplina de Geometria Descritiva e poderá ser aplicado a todos os conteúdos programáticos do Ensino Secundário e Superior. Quando veiculado por uma rede local de uma qualquer Escola, poderá servir como instrumento de auxílio de uma prática pedagógica em que cada utilizador poderá interagir de acordo com as suas necessidades de aprendizagem, através de uma técnica de estereoscopia, em meio não imersivo.

São disponibilizados modelos virtuais 2D e 3D animados ou não, em soluções multimédia em que o áudio substitui o texto escrito. O texto é utilizado como reforço descritivo do processo e pode estar sob a forma de hipertexto.

O ambiente resultante deste interactivo em que colaboram vários meios, permite disponibilizar aos alunos informação mais acessíveis com a qual possam efectivamente construir o seu conhecimento. Segundo Pantelides Citado por Pinho, (Pinho, 1996) o uso da tecnologia 2D e 3D sob a forma de animação permite acelerar e aprofundar o processo de ensino aprendizagem, o que poderá reflectir-se na qualidade dos saberes que os alunos apresentam.

Apesar do desenvolvimento tecnológico que se dispõe desde a última década do século XX, mantêm-se as tradicionais aulas expositivas em que o professor escreve no quadro de ardósia, intercalando as aulas teóricas com limitados modelos e maquetas reais – recurso economicamente utilizado e que poderia auxiliar a compreensão espacial – e os alunos servem-se dos seus cadernos de papel para registar os apontamentos de representação bidimensional e não propriamente os exercícios tridimensionais, o que não é de estranhar pois este método tradicional de ensino, privilegia a representação bidimensional e não a compreensão espacial dos objectos. Todo o potencial tecnológico actualmente disponibilizado à actividade docente ao nível de ferramentas computacionais, está longe de se transformar numa verdadeira revolução nas práticas de ensino, o que surpreende, pois a tecnologia e o seu potencial já não são recentes.

Como seria de esperar não ocorreu essa pretendida revolução e muito pouco tem sido feito na prática para mudar o processo de ensino aprendizagem. Mudança que se deseja como verdadeiramente facilitador do processo e não um retalho de utilizações de recursos tecnológicos que o professor dispõem e poderá utilizar de forma menos positiva. Observa-se uma utilização adaptada por cada um às suas necessidades. De forma mais ou menos aparatosa, a tecnologia disponível traduz-se num recurso a que cada um e sem qualquer alicerce científico, resolve

adequar ao que julga ser o melhor para os seus alunos. Os professores e os estudiosos dispõem há muito, recursos cujo potencial permite uma verdadeira revolução no processo de ensino-aprendizagem, mas que está longe de se atingir, porque não há uma verdadeira convergência de estudos para esse fim. Cada um por si concebe e oferece aos alunos o que julga ser no momento, o melhor para eles.

O caso da Geometria Descritiva é um dos exemplos que pode ilustrar esta prática. A não utilização dos recursos tecnológicos actualmente disponíveis, que quando utilizados de uma forma cuidada podem catalisar o processo de ensino-aprendizagem, está longe de sofrer a desejada revolução. Tanto mais que se trata de uma disciplina em que se exige um alto grau de abstracção para a sua compreensão. Como disciplina de base às áreas da arquitectura, design e engenharia, áreas em que se exige um bom desenvolvimento do raciocínio espacial é para os alunos um verdadeiro problema e os resultados apresentados em momentos práticos de exame não são os melhores. Tais resultados conduzem os alunos a níveis de desinteresse e frustração preocupantes. Consequentemente as deficiências na formação de base alastram-se para outros níveis de ensino e mais tarde para a prática profissional.

Conteúdos programáticos desajustados às cargas horárias, métodos pedagógicos desactualizados e desligados do desenvolvimento tecnológico actual, a falta de uma univocidade de formação contínua aos docentes no sentido mais fundamental da sua prática lectiva, – crítico, criativo e tecnologicamente modernizados – são ingredientes que fazem com que o actual estado da Geometria Descritiva se caracterize por um agravamento geral da situação.

Os resultados desfavoráveis e as dificuldades reveladas quer por docentes quer de discentes, resultante de tais práticas, motivaram o desenvolvimento de uma ferramenta interactiva electrónica para o

ensino da disciplina de Geometria Descritiva, a saber o ponto, a recta e o plano. Esta ferramenta tem por objectivo inicial, ensinar os fundamentos da Geometria Descritiva apoiado em recursos tecnológicos existentes – estereoscopia, animações 2D e 3D, multimédia e hipertexto – auxiliando o aluno na compreensão espacial dos objectos e a sua representação bidimensional, sejam eles pontos, linhas, planos ou combinações entre eles.

Os recursos tecnológicos – técnica de estereoscopia (Chromadepth), animações 2D e 3D – deste interactivo, tem como objectivo contrariar o ensino tradicional privilegiando a compreensão espacial dos objectos. Pretende-se antes de passar para a representação bidimensional e a resolução de problemas que o aluno possa adquirir a capacidade de percepção e compreensão espacial do problema em estudo. O Hipertexto e o ambiente hipermédia revolucionaram o tradicional ensino expositivo na medida em que permite um maior número de matrizes e uma autonomia do aluno em relação ao professor favorecendo o seu ritmo de aprendizagem.

Os sistemas de estereoscopia visual aproximam-se da visão espacial estereoscópica do ser humano e quando aliada a um dispositivo auditivo também estereoscópico, propicia um aumento de imersividade e envolvimento, mesmo em situações cuja imersividade é parcial. Esta condição é propícia a ambientes geradores de um aumento do nível de atenção do usuário e consequentemente auxilia a aprendizagem no sentido de incentivar a exploração do ambiente representado, pese embora não ser uma experiência completamente imersiva, mas próximo da percepção do ser humano.

Conquanto seja desejável a concepção de um ambiente completamente imersivo do tipo CAVE em que o usuário está completamente imerso num cenário virtual e possui liberdade de

movimento dentro da projecção do ambiente, o sistema proposto através da estereoscopia por disparidade cromática não imersivo, não possui um mecanismo eficaz para a espacialização dos objectos no espaço, mas é capaz de recriar o efeito de um campo espacial realista do espaço 3D, capaz de gerar gráficos facilitadores da visualização de objectos no espaço, relacionando-os entre si. Trata-se tão-só de uma técnica de visualização espacial que permite ao usuário a sensação de perceber um espaço tridimensional constituído por objectos visíveis em volume sem se encontrar no interior deste mesmo espaço.

Julgando o termo estereoscopia num âmbito mais restrito que é a prática educativa, e considerando que não é necessário a imersividade total para atingir os objectivos de ensino/aprendizagem, são muitas as possibilidades para aplicação em propostas com fins educacionais.

O ensino da Geometria Descritiva pode encontrar na estereoscopia por disparidade cromática um precioso auxílio até porque se trata de uma tecnologia não imersiva que permite a inter-relação aluno professor e auxilia a visualização de objectos relacionados espacialmente. Mesmo não sendo imersiva, permite que seja interactiva, propiciando através de um ambiente gerado para o efeito, a exploração espacial dos objectos de estudo.

O objecto deste estudo tende para uma ferramenta mais de representação do que de manipulação 3D de objecto virtuais. Como ferramenta de representação tende para o estudo de objectos pré-estabelecidos, mostrando-se interessante para ser utilizada em outros campos de estudo. A estereoscopia por disparidade cromática é largamente utilizada em representações topográficas elaborada pela NASA com a finalidade de propiciar uma visão estereoscópica dos relevos “terrestres” dos planetas do nosso sistema solar. (imagem 19)

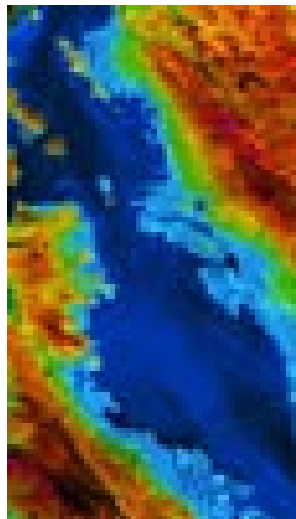


Imagem 19 – Relevo topográfico com auxílio da técnica de estereoscopia.

A forma de utilização da estereoscopia por disparidade cromática no ensino da Geometria Descritiva proposta por este estudo, parece revelar a possibilidade de agir no ensino da Geometria Descritiva, através de novas capacidades de percepção do espaço representado – espaço tridimensional. Não se trata de uma evolução nas formas de representação perspéctica Renascentista. É uma das possibilidades que a estereoscopia permite e se mostra interessante com o fim de propiciar um melhor entendimento da representação tridimensional dos objectos, permitindo um envolvimento mais vasto e facilitador da aprendizagem.

À marcante presença de novas tecnologias no ensino contemporâneo, sobrevém a questão gerada pela dúvida, em como a estereoscopia pode ajudar na aprendizagem da disciplina de Geometria Descritiva. O uso da técnica de estereoscopia por disparidade cromática como possibilidade de uso e como ferramenta pedagógica no apoio da

disciplina de Geometria Descritiva está longe de arredar a acção do professor do processo de ensino/aprendizagem. Pode sim, ampliar a actuação deste nesta área tão específica em que se exige capacidades extras para visualizar objectos no espaço, ajudando a ultrapassar dificuldades existentes, podendo posteriormente e de forma colateral, motivar os alunos para a disciplina, propiciada pela utilização da técnica de estereoscopia na aquisição de conhecimentos.

Os avanços e progressos nas tecnologias para gerar ambientes de simulação virtual têm tido a preocupação em especializar de forma prioritária a experiencia visual para que esta se desenvolva nos seus aspectos qualitativos, no que se refere a resolução gráfica, capacidade de representar texturas, *rendering*, e sentido de profundidade. No que diz respeito à estereoscopia, esses avanços e progressos foram-se encaminhando para que os sistemas fossem cada vez mais capazes de gerar ambientes muito próximos da realidade, baseados em tecnologias que permitiram uma maior mobilidade e independência dos usuários que se distanciaram e autonomizaram dos complexos computadores.

São diversas e distintas as formas de se desenvolver soluções de espacialização estereoscópica. É desejável que o sistema desde a implementação das infra-estruturas e instalação dos equipamentos, à concepção dos aplicativos de navegação no ambiente, sejam baseados em soluções que permitam maior independência dos usuários e que estes possam utilizar a tecnologia mesmo sem grandes recursos económico/tecnológicos. Não são precisas aplicações avançadas de estereoscopia, como a usada na Realidade Virtual, para criar ambientes geradores de espacialização estereoscópica. Julga ser necessário que se procure soluções simples, para criação de espaços virtuais tridimensionais de forma a permitir a sensação real de imersão em ambientes virtuais, mesmo usando as tecnologias mais disponíveis, como auriculares e

óculos geradores de efeitos estereoscópicos, garantindo assim, o vínculo à percepção visual 3D com a percepção auditiva 3D.

Capítulo 4

Prática

4.1 Objectivos e metodologia.

4.2 Directrizes para a criação de um interactivo.

4.2.1 Produção de animações 2D e 3D.

4.2.2 Apresentação multiformato da informação.

4.3 Aplicação prática.

Capítulo 4

Prática

4.1 Objectivos e metodologia.

“A emergência do ciberespaço, terá provavelmente – tem mesmo já hoje – sobe a pragmática das comunicações um efeito tão radical como teve no seu tempo a invenção da escrita”. (LÉVY, 1996)

Todo o conhecimento tem-se realizado a um ritmo cada vez mais apressado. As novas tecnologias bem como as suas aplicações em contexto escolar são cada vez mais habituais e pretendem auxiliar alunos e professores nas suas práticas quotidianas, permitindo uma melhor e mais célere informação.

Por um lado estão os professores que no papel de usuários, tornam-se competentes para intervir e interagir de modo mais criativo na execução da sua prática lectiva. No outro extremo estão os alunos no papel de investigadores, que ao utilizar essas novas tecnologias, se tornam mais capazes de construir o seu próprio conhecimento. Neste sentido, ao professor atribui-se uma nova função. Deixa de preparar uma elite para o exame e a respectiva candidatura ao Ensino Superior e pede-se que desempenhe as funções de orientador e mediador de um processo criativo e crítico em que o aluno vai investigar, participando activamente no processo de construção do seu saber e o possa utilizar através do seu raciocínio, na resolução de novos problemas que se lhe colocam.

Cada vez mais, a sociedade contemporânea exige procedimentos que revelem flexibilidade de raciocínio e adaptação a novas situações. A Geometria Descritiva é entre muitas outras disciplinas, aquela que requer esta aptidão de flexibilidade e capacidade

de adaptação a novas situações, tanto que é fundamental para os ramos da engenharia, arquitectura e design. Todas estas disciplinas com que a Geometria Descritiva colabora requerem a capacidade de visualização espacial abstracta. Por esta razão, é precisamente a capacidade de visualização espacial que a disciplina da Geometria Descritiva pretende desenvolver, de forma a dar resposta às exigências de representação. É em rigor, a falta desta capacidade de visualização espacial dos objectos no espaço tridimensional que constitui o principal problema e factor de dificuldade à aprendizagem básica da Geometria e por consequência a todas as áreas que a usam como forma de representação. Neste sentido o papel do professor move-se para a procura de mecanismos que superem e eliminem estas dificuldades e desenvolvam habilidades de visualização espacial abstracta.

Portanto, o principal problema do ensino da Geometria Descritiva interfere no desempenho dos alunos e na aplicação prática, limitando os seus conhecimentos noutras áreas em que são essenciais as capacidades de visualização e representação de objectos no espaço. Cada vez mais é necessário que o professor organize as suas aulas de acordo com os recursos tecnológicos disponíveis e de forma criativa, levando o aluno por caminhos de práticas mais activas na construção dos seus saberes.

Actualmente espera-se que o contributo do ensino da Geometria Descritiva seja o de formar alunos com capacidades de descodificar e argumentar sobre problemas reais de objectos no espaço, e não de formar indivíduos meros ensacadores de regras que sirvam para realizar um exame.

Sendo a Geometria Descritiva uma disciplina que se envolve em muitos outros ramos de actividade, ostenta por natureza uma relação muito directa com as tecnologias da informática que dão

resposta e soluções às engenharias, arquitecturas e ao design. Apesar desta relação muito próxima com as tecnologias da informática, parece haver uma resistência ao uso destas, para fins de ensino/aprendizagem.

O grande desenvolvimento e aperfeiçoamento da informática admite a ocasião de empregar recursos tecnológicos no processo de ensino/aprendizagem que já são amplamente explorados por áreas em que a Geometria Descritiva comparticipa. A saber e no que diz respeito à informática, o software CAD e pacotes de Geometria Dinâmica; na estereoscopia a capacidade desta gerar objectos em Realidade Virtual e a sua aplicação em equipamentos de prototipagem. Tudo isto para ampliar a capacidade de visualizar, os objectos ainda em fase de projecto.

Tendo como referencial o contexto anteriormente explicitado, o interactivo proposto procura dinamizar o ensino/aprendizagem da Geometria Descritiva utilizando os recursos tecnológicos disponibilizados pela informática no sentido de desenvolver estratégias interactivas que auxiliem os alunos a suprir as suas dificuldades de visualização de “objectos” no espaço, através de uma técnica de estereoscopia. Chromadepth.

Nesse sentido, propõem-se com este trabalho desenvolver fundamentalmente aspectos de usabilidade de uma ferramenta didáctica visando auxiliar e melhorar a habilidade de visualização espacial dos estudantes. Não se deseja que a ferramenta substitua a sala de aula e as aulas ministradas por um professor, nem que venha a ser um curso à distância. Tão-somente se pretende desenvolver alternativas de acesso à informação e à consequente produção de conhecimento científico de Geometria Descritiva baseado em modelos pedagógicos construtivista e objectivista. Por outro lado, que a ferramenta permita desenvolver o raciocínio através de uma aprendizagem em ambiente estereoscópico na resolução de problemas e na organização espacial dos objectos, criando

propostas alternativas, de exercícios passo-a-passo em ambiente não imersivo.

O protótipo apresentado baseia-se num meio não imersivo com recursos gráficos de animação 2D e 3D e o auxílio da técnica de estereoscopia Chromadepth, para que facilite o desenvolvimento por parte dos alunos, da sua capacidade em visualizar objectos no espaço.

A implementação do estudo em ambiente académico está dividida em 5 fases. A primeira será a caracterização e a selecção do grupo de referência, tendo em conta a idade, o nível de escolaridade, os acessos e a aptidão em manipular tecnologias. Na segunda fase e após o tratamento da caracterização dos usuários, serão disponibilizados os interactivos para que os alunos o possam explorar livremente e sem qualquer orientação. Na terceira fase o interactivo será testado do ponto de vista da usabilidade por parte do grupo de referência, através de sessões de trabalho, o que dará origem à correcção dos aspectos mencionados pelos usuários. Na quarta fase serão analisadas e aplicadas as sugestões efectuadas pelo grupo de referência procurando adaptar os aspectos mencionados. Na quinta fase serão estudadas novas actualizações dos módulos propostos.

A confirmar os bons resultados expectáveis, poderão os mesmos ficar disponíveis para pesquisadores interessados ou ainda para validar outros estudos sobre o desenvolvimento de aplicações em que se usa a técnica da estereoscopia no processo de ensino/aprendizagem da Geometria Descritiva. Para além do contributo significativo para o desenvolvimento do processo, pretende-se como objectivo produzir outras aplicações mais imersivas e com outras técnicas de estereoscopia. É também objectivo deste estudo, contribuir para o crescimento das pesquisas utilizando técnicas de estereoscopia no âmbito da Geometria Descritiva.

O protótipo apresenta-se, embora restrito nos conceitos e estruturas apresentadas, como forma aumentada dos conceitos apresentados em ambiente de sala de aula, possibilitando que, num estudo pessoal, o aluno revise e complemente as matérias estudadas.

4.2 Directrizes para a criação de um interactivo.

Muitos são os aspectos que podem contribuir para o êxito de um interactivo multimédia e sobretudo, é importante que se tenha em conta que para além da relação que existe entre a tecnologia, desenho de interface e desenvolvimento do software com o usuário, existe aquele que o utiliza na sua prática e considerar o lado do educador.

Do ponto de vista daqueles que desenvolvem o software educativo, (aqueles que têm a responsabilidade tecnológica e didáctica), deve haver preocupação em que o mesmo seja estudado e desenvolvido para que participem na sua utilização prática, não só os alunos que procuram obter conhecimentos através da sua consulta, mas também os professores que podem orientar os seus alunos para que através da sua proposta, possam enriquecer ainda mais os seus conhecimentos. Parece que o êxito depende de um conhecimento profundo de todo o processo educativo e descuidar as aspirações e as potencialidades dos professores fortes e perspicazes conhecedores de todo o processo neste aspecto, é e sempre será, gerar uma ferramenta subutilizada ou posta de lado por eles, apesar dos alunos o considerarem sensacional.

O desenvolvimento de software educativo deve ter sempre em conta os dois destinatários, pese embora algumas opiniões de que o mesmo apenas e tão-só serve para os alunos. Esta responsabilidade está reservada àqueles que ao desenvolverem o software educativo, possam

aproveitar a experiência prática de leccionação do professor, que no seu dia-a-dia, na sua prática lectiva, contactam com os problemas com que o aluno sente e se depara. Desenhar este tipo de software educativo para alunos, é desenhar uma estratégia de inclusão obrigatória de professores e descuidar a sua potencialidade significa traçar um destino de insucesso para o software educativo.

Se o objectivo do software educativo é agregar valor para quem o usa, o mínimo que se pode fazer, é proporcionar condições de base e experiências propiciadoras de sentido educativo e que não só motivem o aluno como o prendam para o processo de ensino aprendizagem, permitindo-lhe apropriar-se e construir o seu conhecimento. No entanto, não há receitas que contribuam para esse objectivo. Poderá falar-se de princípios geradores de mais-valias, verdadeiramente úteis para o processo. Esses princípios estratégicos estão relacionados com o grau de atenção que se dá à experiência prática lectiva e os conhecimentos que se tem das possíveis dificuldades com que os alunos se deparam. Assim, centrar as atenções à volta do aluno e nas dificuldades com que este se depara em assimilar os conteúdos, pois de outra forma seria debitar da mesma forma a matéria que os livros e a Escola tradicional já fazem; ter em conta o envolvimento psicológico do aluno (disposição para a aprendizagem, motivações internas e as suas expectativas) e as suas aptidões e atitudes face à aprendizagem, poderão ser alguns dos princípios que caracterizam o sucesso do software educativo, porque se as suas características estão centradas e foram desenvolvidas de acordo com o conteúdo e no que se quer que o aluno aprenda e não na (nova) forma e na (nova) estratégia que possibilita essa aprendizagem, está a negar-se o que já a psicologia da Gestalt e as correntes cognitivas preconizavam décadas atrás.

De imediato é necessário definir o que se quer do interactivo e o que se pretende que ele venha a resolver.

Não há dúvida que em primeiro lugar, o interactivo deve proporcionar um ambiente facilitador da aprendizagem da Geometria Descritiva.

Caracterizar o ambiente facilitador da aprendizagem de Geometria Descritiva, equivale à exigência de que deve haver uma relação directa com o meio escolar na medida em que este, não substituirá a relação aluno/professor, mas irá ser o mediador de uma interacção dos conteúdos leccionados, com a prática de actividades extra aula, que a complementa e a apoia.

O Interactivo deve proporcionar uma aproximação mais realista dos objectos em estudo e serve-se de modelos 3D virtuais que proporcionam uma pré visualização que auxilia e estimula o grande grau de abstracção que a disciplina exige. Pode-se dizer que este ambiente deve facilitar a relação interactiva com os conteúdos programáticos previamente ministrados pelo professor e estimular a realização de actividades complementares de estudo. Este meio multissensorial permite manter uma relação próxima com os conteúdos programáticos leccionados reforçando o interesse e o aprofundamento das matérias aprendidas.

Pedagogicamente deseja-se que o mesmo apresente e proporcione um grau de independência aos alunos, na medida que complementa as aprendizagens da aula; seja capaz de reforçar e solidificar a aprendizagem quer pela diversidade de propostas interactivas, quer pelos meios comunicativos utilizados; possua versatilidade didáctica na medida que possibilite uma aprendizagem personalizada e com ritmo

próprio, em que cada aluno escolhe o melhor caminho que o leve à aquisição e expansão de conhecimentos.

Do ponto de vista operacional a interface deve ser amigável, eficiente em navegabilidade, totalmente interactiva e que satisfaça os critérios pedagógicos acima descritos, através de recursos multimédia cujo objectivo é promover a habilidade de visualização espacial dos objectos.

As ferramentas para o desenvolvimento e implementação do protótipo proposto, baseia-se em software de animação interactiva – flash – que permite a difusão em suporte CD, DVD, on-line ou em rede local. A utilização em rede, permite o acesso em qualquer parte e a qualquer momento, assegurando uma continuidade lectiva à medida de cada aluno.

A utilização da técnica da estereoscopia no estudo da Geometria Descritiva permite ao aluno aceder a estruturas tridimensionais, facilitando a abstracção espacial que o estudo da disciplina exige.

Para satisfazer as exigências anteriormente descritas, as metáforas que se apresentam para a interface do interactivo, devem ser compatíveis não só com os objectivos propostos mas, directamente relacionado com o perfil dos usuários que se caracterizam especialmente pela idade jovem.

Sendo um dos pontos mais críticos para o sucesso do protótipo, a navegação que respeita os objectivos específicos do estudo da Geometria Descritiva, deverá atender aos conteúdos programáticos e que seja de fácil assimilação, evitando que o utilizador se descaminhe e

deixe de ter ideia clara dos pontos a que os diferentes nós lhe possibilitem levar.

“As directrizes de navegação devem apontar para uma permanente orientação do usuário, evitando sempre as tradicionais questões: onde estou? Para onde devo ir? Por onde andei?” (Gotz, 2002)

O registo histórico de todo o percurso do usuário em navegação deve ser destacado para que o aluno possa saber em que parte da aprendizagem se situa e a que lhe falta percorrer, possibilitando uma visão de contexto.

O interactivo deve conter duas dimensões de navegabilidade. Uma linear que permite o estudo sequencial dos vários exercícios e que são nós pré definidos dos diferentes passos a percorrer no exercício. Outra não linear que permite um ambiente hipermédia que o aluno manipula e acede através de uma orientação inteligente e pré seleccionada a áreas de informação armazenada, possibilitando uma interessante e personalizada construção do saber.

Todos os conteúdos referidos no protótipo estão de acordo com o Programa Nacional de Geometria Descritiva para o Ensino Secundário, do Ministério da Educação.

O Interactivo divide-se em quatro grandes grupos ordenados de acordo com a prática lectiva. A saber, “introdução à GD”, “o ponto”, “a recta” e “o plano”.

Os exercícios expostos em cada grupo estão orientados em modelos visuais tridimensionais 3D executados e desenhados em Autodesk 3DS Max com garantia de precisão na representação bidimensional e tridimensional, fruídos de animação ou não.

O Software de base do interactivo é da Adobe Flash por permitir animar todo ambiente hipermédia, como criar animações passo a passo com sincronização de áudio.

Cada grupo divide-se em diferentes subgrupos que o estudam parcelarmente.

A “Introdução à GD”, divide-se em:

- 1- Planos de projecção.
- 2- Coordenadas ortogonais de um ponto.
- 3- Sentido positivo e negativo das coordenadas.
- 4- Planos bissectores.

O “Ponto” divide-se:

- 1- Pontos do 1º diedro.
- 2- Pontos do 2º diedro.
- 3- Pontos do 3º diedro.
- 4- Pontos do 4º diedro.

A “Recta” divide-se:

- 1- Projecção de um segmento de recta.
- 2- Ponto pertencente a uma recta.
- 3- Traços de uma recta nos planos de projecção.

4- Traços de uma recta nos planos bissectores.

5- Alfabeto da recta

O “Plano” divide-se:

1- Traços de um plano nos planos de projecção.

2- Rectas contidas num plano.

3- Definição do plano por duas recta.

4- Passar um plano por um recta.

5- Pontos pertencentes a um plano.

6- Alfabeto do plano.

O estudo da Geometria Descritiva – método de Monge – inicia-se pela compreensão no espaço dos distintos elementos fundamentais que a caracterizam. Ponto, recta e plano. Este processo de representação que se inicia no 10º ano do Ensino Secundário exige um grande grau de abstracção ao aluno. Porque é a primeira vez que contacta com este sistema de representação, para além de lhe ser estranho, gera uma situação de conflito resultando sempre na desmotivação do aluno e na perda de qualidade da aprendizagem.

Para ultrapassar esta dificuldade de abstracção, o protótipo proposto está organizado para que a cada exercício em estudo, seja apresentado a respectiva simulação 3D virtual em que se visualiza a representação estereoscópica espacial acompanhada de áudio explicativo. Assim, na estratégia adoptada para cada grupo e no que diz respeito ao método de explicação, optou-se por explorar em primeiro lugar uma animação 3D introdutória do exercício em estudo – contendo a experiência estereoscópica já desenvolvida e com a qual o usuário pode

interagir. Esta ampla e completa forma de apresentação, porque utiliza diversos meios sensoriais que geram e proporcionam um ambiente de ensino-aprendizagem rico em informação audiovisual, permite ao aluno construir o seu conhecimento segundo o seu ritmo e estilo de aprendizagem.

Na etapa seguinte, é visualizado o mesmo exercício em formato bidimensional – sistema diédrico – animado e estereoscópico. Este modo de visualização em representação bidimensional animado em 2D acontece sempre após a explicação do método em representação tridimensional – animada em 3D e estereoscópico. Esta etapa é apresentada numa versão passo a passo que o aluno pode explorar segundo um roteiro pré estabelecido – síncrono com o processo e método de resolução – e que é auxiliado por áudio explicativo. Este completo e detalhado roteiro pode complementar e aprofundar as aulas expositivas, como ser gerido de acordo com as necessidades de aprendizagem do aluno. Este pode recuar nos passos e rever o exercício, mas não poderá saltá-los, o que iria interferir com o método de resolução.

O grande grau de abstracção espacial exigida ao estudo da Geometria Descritiva e a necessidade de criar um protótipo que fosse ao encontro dos objectivos pedagógicos desejados, orientaram todo o processo de construção do mesmo para quatro grandes meios de comunicação que se desenvolvem em paralelo e que permitem o desejado ambiente multissensorial facilitador da aprendizagem. Modelos virtuais animados 3D; modelos animados 2D; texto áudio explicativo e descritivo dos conceitos teóricos e texto escrito sob a forma de “palavras âncora”, que permite ao aluno através de hipertexto acrescentar algo mais ao conhecimento.

Explicações detalhadas em formato áudio sobre o exercício em estudo servem para construir um conhecimento muito próximo do

ambiente de sala de aula. Já o texto escrito sob a forma de “palavra âncora” tem como função uma aprendizagem não linear e mais enriquecedora dos conceitos, proporcionando uma maior liberdade de enriquecimento curricular.

No quadro de dificuldades detectadas e apresentadas, o modelo virtual 3D, julga-se primordial para o êxito da aprendizagem no que diz respeito à exigência de visualização espacial dos objectos em estudo. A sua concepção está orientada para que seja simples e clara na forma de explanação do exercício, características que podem determinar a facilidade de compreensão quando passado para o modelo bidimensional – sistema diédrico.

Os modelos 2D estão estruturados para descrever detalhadamente a resolução do exercício em formato bidimensional, reproduzindo passo a passo e em sequência, o traçado que o aluno deve seguir para a resolução do exercício. Estes modelos pretendem representar o ambiente em sala de aula em que o professor explica o exercício descrevendo os sucessivos passos até à sua conclusão. (Imagem 20)

Nos ambientes acima descritos e que serão utilizados na aplicação é importante destacar que com eles, pretende-se representar com fidelidade os exercícios estudados em ambiente real de sala de aula. Para tal, destaca-se a reprodução dos exercícios com realismo e de acordo com as acções e tarefas executadas pela explicação do professor, mas de forma diferente ao que ocorre em ambiente real.

No interactivo que é multissensorial, deu-se especial atenção ao aspecto da usabilidade, nomeadamente nos critérios relacionados com o entendimento e a agilidade intuitiva no uso e nas suas interacções, com especial importância no agrado com que os usuários a utilizam.

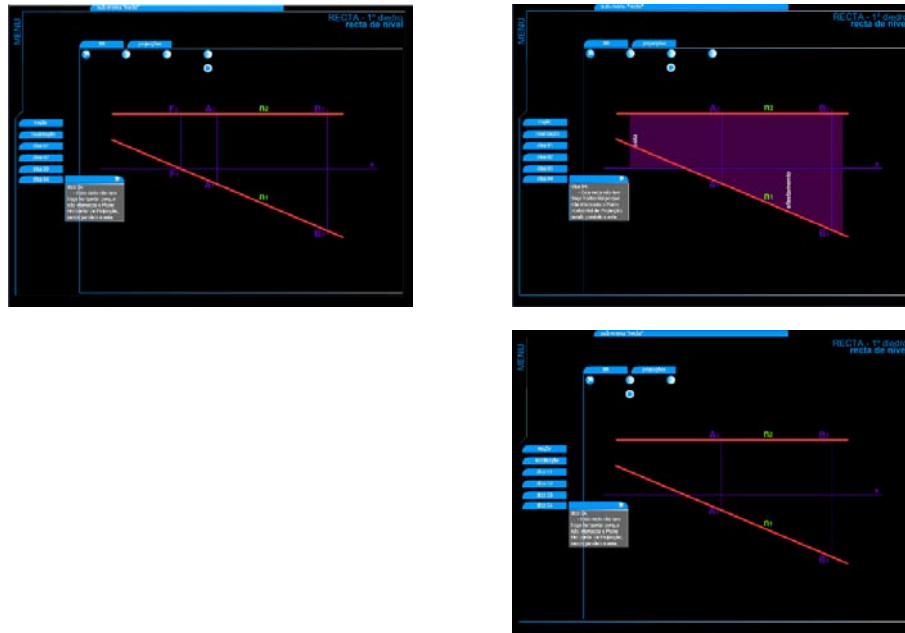


Imagem 20 – Sequência de imagens passo a passo, na resolução de um exercício.

Porque se trata de uma interface em construção e nesta fase a sua melhoria constitui sempre um desafio permanente, procurou-se que esta correspondesse a quatro requisitos:

- Identificação de “menus” que permitissem mobilidade de interacção e que os percursos fossem previsíveis, tudo no sentido de otimizar a exploração;
- Que o usuário possa alterar o ponto de observação dos exercícios para com isso enriquecer a capacidade de visualizar os objectos no espaço;
- Utilização de menus pendentes com textos explicativos sobre pontos importantes a estudar;

- Clareza nas metáforas, harmonizadas graficamente com o objecto de estudo e adequada ao perfil dos usuários.

Para além dos aspectos qualitativos funcionais no que diz respeito à usabilidade e interactividade, procurou-se que o interactivo fosse multissensorial o que implica o uso de recursos que estimulem diferentes órgãos dos sentidos, visão e audição e que ao mesmo tempo represente os exercícios tridimensionalmente para favorecer o sentido de profundidade e de espaço. Ambiciona-se que o aluno, ao ver (exercícios em estereoscopia), ouvir (explicações e explicações dos exercícios) e poder interagir (escolher o percurso de estudo), que o interactivo contribua para melhorar e promover em termos de qualidade, as aprendizagens da Geometria Descritiva.

O objectivo básico do interactivo está na capacidade em este apresentar uma alternativa ao processo de ensino/aprendizagem da Geometria Descritiva através de um meio interactivo, exploratório e em estereoscopia cuja relevância está na visualização dos objectos no espaço e em profundidade. O protótipo caracteriza-se por apresentar para além dos conteúdos teóricos relativos ao estudo da Geometria Descritiva, simulação dos objectos em estudo em estereoscopia por disparidade cromática e com capacidade de manipulação do ponto de vista de observação e deseja-se que venha a ter exercícios para teste de conhecimentos com capacidade de correcção de resposta.

4.2.1 Produção de animações 2D e 3D.

O conteúdo disponibilizado pelo protótipo foi produzido de diferentes formas, de acordo com os objectivos traçados e adequado aos conteúdos curriculares. As directrizes que nortearam o conteúdo

disponível vão no sentido de os mesmos serem considerados como suporte e estímulo ao raciocínio, apoiados por animações 2D e 3D com o número de passos intermédios adequados e ainda dicas de conteúdos teóricos.

Esta é uma forma de complementar o conteúdo leccionado em ambiente de aula e não pretende ser um tutorial da disciplina de Geometria Descritiva. Não é difícil justificar os meios electrónicos utilizados bem como a técnica de estereoscopia por disparidade cromática, porque com eles, o aluno dispõe de uma alternativa mais aliciante e livre para poder visitar sempre que o desejar ou obter reforços teóricos para a assimilação dos conteúdos, de acordo com o assunto do seu interesse. O protótipo está preparado para que se obtenha informação audiovisual a partir da observação de animações em formato 3D (imagem 21) com o acompanhamento em *épura* ⁽²⁾ animada em 2D e com o procedimento passo a passo. (imagem 22)

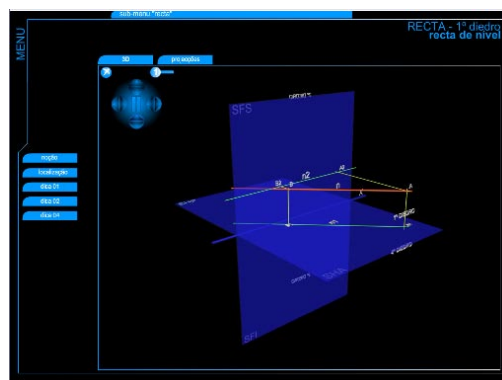


Imagem 21 – Animações em formato 3D.

Todo o processo construtivo teve como auxílio o software 3D Studio Max e Adobe Flash. As animações em que foi utilizado a técnica de estereoscopia por disparidade cromática (Chromadepth)

(2) - *Épura* é um desenho geométrico que representa, em um ou vários planos o conjunto das projecções dos pontos linhas ou planos de uma figura.

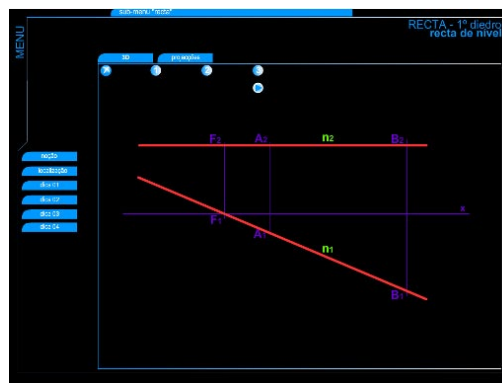


Imagem 22 – Animação em 2D, com o procedimento passo a passo.

foram executadas em 3D Studio Max e exportadas em Quick Time Movie pelo grau de definição que apresentavam no momento da importação para o Adobe Flash, ao contrário da definição apresentada sob o formato “mov” e compactadas em “Cinepack”. Para garantir o controle do número de frames no filme em Adobe Flash e possibilitar a inserção controlada de áudio e texto, sem causar interferências entre camadas e permitir sincronização e a cronologia na representação passo a passo, a importação foi feita para o Adobe flash de acordo com a opção de importação de “*embed vídeo in SWF and Play in timeline / expand timeline if needed*”. A componente áudio foi trabalhada em Adobe Audition e exportada em formato “mp3”.

A criação dos modelos animados 3D foi desenhada em 3D Studio Max para garantir a precisão da animação que, de outra forma, sofriam efeitos de distorção no uso de ferramentas como o Adobe Flash e a posição dos diferentes objectos não era exacto.

Os percursos do protótipo foram criados em Adobe Flash por ser uma ferramenta que apresenta grande versatilidade em aplicativos deste género, onde se necessita de incorporar áudio, vídeo, texto, imagem e se pode produzir a partir destes, animações interactivas. A

escolha também se deveu ao facto do software Adobe Flash permitir a demonstração passo a passo dos exercícios seleccionados e permite que o aluno dirija o seu andamento na representação dos exercícios. Este facto condicionou o roteiro explicativo e foi determinante para a sua construção, porque respeita o ritmo de aprendizagem do aluno preservando a ordem cronológica de construção, informação que não é possível na representação impressa.

Segundo Santos, (Santos, 2001) na sua Ontologia de Geometria Descritiva, a base para a concepção deste tipo de ambientes de aprendizagem, está em definir qual é a sua utilidade e salienta quatro requisitos a atender na construção.

A saber:

1- *“Deve permitir a representação de problemas, enunciados formais e suas resoluções. Constarão elementos geométricos (exemplos: recta, ponto, plano), conceitos (exemplos: projecção, traço), propriedades (exemplos: paralelismo, perpendicularidade), procedimentos (exemplos: mudança de plano, rotação), notações (exemplos: letras latinas minúsculas denotam rectas.) e outros específicos (exemplos: nível de dificuldade, área de aplicação)”*;

2- *“Deve representar formalmente o conhecimento de Geometria Descritiva, dentro de um escopo definido. A representação deve ser formal para permitir sua compreensão pelo software tutor. Além disso, é importante que também contenha uma descrição textual, consistente com a formal, compreensível pelos agentes humanos, aprendiz e professor, e destes com o sistema. É através da interface para resolução de exercícios que a comunicação entre o aluno e o software tutor deverá ser estabelecida e, portanto, decisões de projecto dessa ferramenta dependerão largamente da ontologia adoptada”*;

3- *“Deve fazer a representação do conhecimento tanto no domínio 2D quanto no 3D, já que no processo de resolução de um exercício existem fases que se processam no espaço tridimensional e outras eminentemente planas. Por exemplo, normalmente os enunciados de exercícios fazem referência textual a elementos no espaço, enquanto são fornecidas apenas suas representações bidimensionais (projeções)”*;

4- *“Deve ser extensível mantendo a consistência do conhecimento existente. Definiu-se como escopo inicial da ontologia os conteúdos básicos de Geometria Descritiva normalmente ministrados em cursos universitários. No entanto, a exposição do ambiente ao uso público, nacional e internacional, certamente suscitará a necessidade de expansão, para que englobe outros conceitos, não abrangidos na definição inicial”*.

Desenvolvido neste contexto, o ambiente de aprendizagem em hipermédia para a disciplina de Geometria Descritiva procurou incorporar animações 2D e 3D para produzir uma ferramenta computacional de ensino/aprendizagem, propiciadora de um ambiente rico em informação visual em que o aluno pode construir o seu conhecimento de acordo com os seus interesses e ritmo de aprendizagem.

4.2.2 Apresentação multiformato da informação.

O desenvolvimento tecnológico nomeadamente a nível da informática impulsionou o aparecimento de sistemas multimédia e fomentou a apresentação multiformato da informação. São muitos os sectores da actividade humana em que a eficácia da comunicação se

torna numa necessidade. Apressadamente essa necessidade se sentiu sob a forma de revolução ao nível da educação e a capacidade de atracção e de inclinação para com este tipo de documento – multiformato – fez com que os mesmos se tornassem muito desejados e cobiçados, especialmente pelo facto de agruparem texto, imagem, vídeo e som e neles se depositar a confiança e a crença de serem capazes em otimizar o processo de ensino/aprendizagem.

São muitos os especialistas destas áreas que afirmam que a apresentação multiformato da informação não só é motivadora para a aprendizagem como facilita a compreensão de factos, conceitos e procedimentos, o que disponibiliza ao usuário uma variedade de estímulos sensoriais (Stemler e Carvalho, citado por Afonso, 2004) Por outro lado, normalmente este tipo de apresentação – multiformato – caracteriza-se não pela linearidade, mas pela interactividade e por ser multicanal, aumenta os níveis de percepção, estimula a atenção e facilita consequentemente a retenção da informação, o que contribui para uma aprendizagem mais significativa e expressiva. Esta capacidade de aprendizagem é determinada pela simultaneidade “áudio-scripto-visual” da informação disponibilizada, facilitando a retenção mnemónica do assunto.

Na mesma medida que é aliciante para o utilizador, este multiformato na apresentação da informação, pode constituir um factor de confusão e desmotivação se o processo de integração dos diferentes media, nos documentos, forem feitos de forma descuidada no momento da sua concepção. Daí a importância assinalada por Lacerda, (Lacerda, citado por Afonso, 2004) na análise e compreensão de cada um dos formatos por si e encontrar processos de articulação e complementaridade adequados. Esta regra basilar para a criação de um documento multiformato promove grandes desafios aos designers e gera

uma estética renovada para este tipo de documento. Mais do que agir de forma individual e diferenciada para com cada um dos formatos, deve-se procurar uma organização e uma utilização simultânea e harmoniosa destes, de forma a poder contribuir positivamente pela sua significativa e determinante importância, no impacto sobre objectivos do documento.

As decisões a nível de concepção e design das interfaces devem ter em consideração os novos contextos multimédia e as respectivas interacções entre as imagens, palavras e sons de forma a concorrer de forma harmoniosa e eficaz para a aprendizagem. A organização destes diferentes formatos, são determinantes no impacto que vão ter sobre o usuário e naquilo que este vai aprender. Cada um dos formatos assume uma personalidade própria e desempenha um papel específico. *“Apesar da sua importância no suporte da mensagem pedagógica cada um destes media tem as suas próprias limitações, pelo que para serem superadas do ponto de vista informático, educativo e comunitário, é determinante a sua cooperação”*. (Aparici, citado por Afonso, 2004).

A personalidade de cada formato, desempenha um papel específico e de destaque no processo de aprendizagem sendo o texto o formato mais utilizado, contribuindo para o máximo de inteligibilidade da informação, clareza e rigor, (Afonso, 2004); a imagem estática ou animada apresenta-se como privilegiada na ligação aluno/informação porque concretiza, evoca, sugere e simboliza (Gallego e Alonso, citado por Afonso, 2004) e o som, para além de criar ambiente, ritmo e movimento, apela às emoções e desempenha uma mais valia ao nível da motivação e realismo ao acto de aprendizagem. (Lacerda, citado por Afonso, 2004) Mais do que a simples combinação ou disposição entre formatos para tirar alguma vantagem na apresentação multimédia da informação, o fundamento sobre a sua utilização consciente em

documentos com fins educativos, recai sobre o rigor do estudo e do conhecimento dos mesmos cada um por si, em relação ao tipo de “linguagem” que proporciona, para que lógica e conseqüentemente se possa encontrar pontos de afluência e complementaridade entre formatos. Desta forma, ao proporcionarem diferentes abordagens, ainda que da mesma informação, com o risco de se tornar repetitiva e simultaneamente confusa, podem concorrer para um reforço na compreensão da mensagem e conseqüentemente favorecer e melhorar o acto de aprendizagem. Apesar das suas especificidades e particularidades, cada formato com o seu sentido e unidade próprios, conduzem a uma acção dinâmica quando inter-actuantes com o sistema.

4.3 Aplicação prática.

O interactivo apresentado é um protótipo, construído de forma a integrar um composto de recursos multimédia e princípios de possíveis abordagens de aprendizagem construtivista para a disciplina de Geometria Descritiva. Os objectos de estudo foram criados de acordo com modelos reais e teve a preocupação de se reproduzir a realidade. O usuário recebe através do ambiente multimédia criado, um estímulo que lhe permite auxiliar a percepção dos objectos no espaço e por consequência estimular a aprendizagem.

Quando o usuário entra no interactivo, tem a opções em escolher entre usar os óculos estereoscópicos o que lhe permite uma visão espacial muito próxima da visão natural ou não utilizar os óculos estereoscópicos. Esta última opção não interfere com a qualidade gráfica apresentada pois o sistema utilizado – estereoscopia por disparidade cromática – permite que os gráficos apresentados não percam qualidade para o fim a que se destinam.

O primeiro quadro (imagem 23) com que o usuário se depara, disponibiliza uma animação em que se pode testar as vantagens visuais da versão estereoscópica e serve para poder comprovar as melhorias significativas na percepção do efeito de profundidade. Neste mesmo quadro, pode-se escutar como opção, uma explanação sobre os objectivos e formas de interação com o ambiente. O usuário pode recusar esta apresentação, dispondo para o efeito, um botão.



Imagem 23 – Primeiro quadro. Disponibiliza uma animação em que se pode testar as vantagens visuais da versão estereoscópica e serve para poder comprovar as melhorias significativas na percepção do efeito de profundidade.

O segundo quadro (imagem 24) apresenta o menu principal com os três principais temas de estudo: o ponto a recta e o plano. Em cada tema é possível escutar uma explicação sumária dos conceitos de acordo com o contexto em estudo. Desta explicação áudio é possível ter uma visão alargada de todo o conteúdo do respectivo menu.

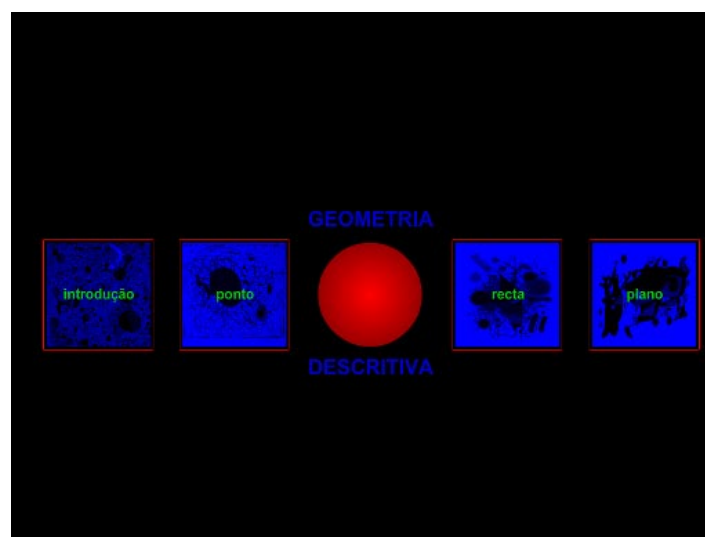


Imagem 24 – Segundo quadro. Apresenta o menu principal com os três principais temas de estudo: o ponto a recta e o plano.

A partir deste quadro o usuário pode aceder livremente aos conteúdos ou aos subtemas de acordo com o seu interesse. Ao escolher o respectivo subtema, depara com um quadro que disponibiliza as duas versões possíveis para o estudo da disciplina. A versão bidimensional, em é pura e a versão 3D do mesmo exercício em estudo. (imagem 25) Pode ainda escolher livremente, com qual das versões pretende iniciar o estudo; o mesmo se passa em relação à utilização de óculos estereoscópicos.

A primeira actividade desenvolvida ainda na fase projectual foi a criação da estrutura de apresentação da informação, considerando que a forma como se apresenta esta informação no monitor, tem fortes influências no modo e na facilidade com que o usuário a irá consultar e a sua experiência interactiva resultante. (Ribeiro citado por Afonso, 2004) Nesta estrutura foi considerado como primordial, a importância dos objectivos e dos conteúdos programáticos que se

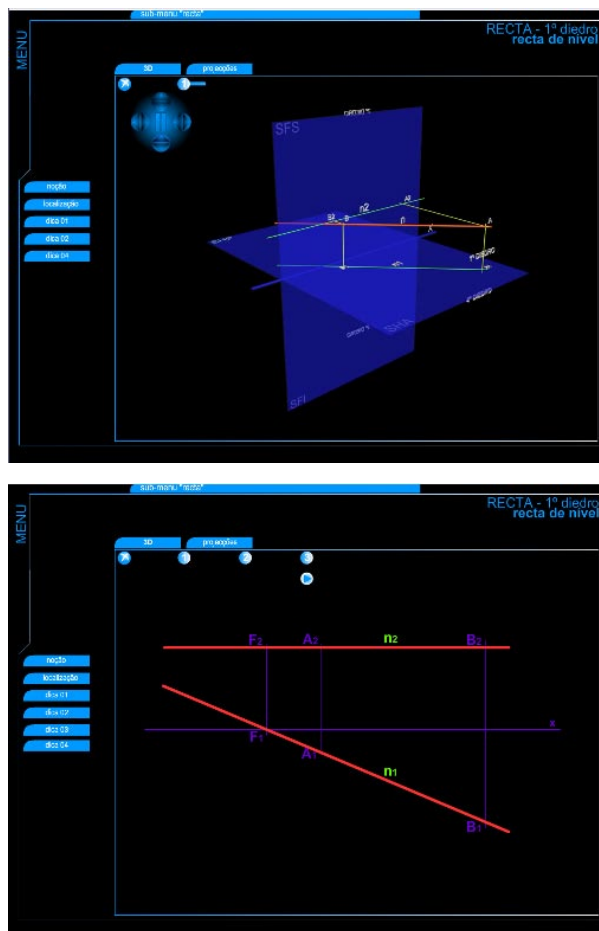


Imagem 25 – Versão bidimensional em épura e versão 3D do mesmo exercício em estudo.

pretendem transmitir. O domínio do assunto, a relação/correspondência entre diferentes partes em estudo e a forma como as abordar de forma apropriada para gerar mais facilmente conhecimento, foi obtida pela experiência do autor do estudo, no ensino prático da Geometria Descritiva.

Considerando que uma estrutura bem formatada dá consistência e faz prever a localização da informação quando se muda

de quadro, foram consideradas áreas funcionais bem definidas ao longo de todo o interactivo, para que a sua identificação fosse intuitiva, mesmo quando se muda de quadro. Os elementos considerados como importantes para uma navegação intuitiva e que devem estar permanentemente visíveis, são os menus (opções de navegação), o título do quadro em estudo, o conjunto de acções possíveis e efectuadas e as dicas. (imagem 26)

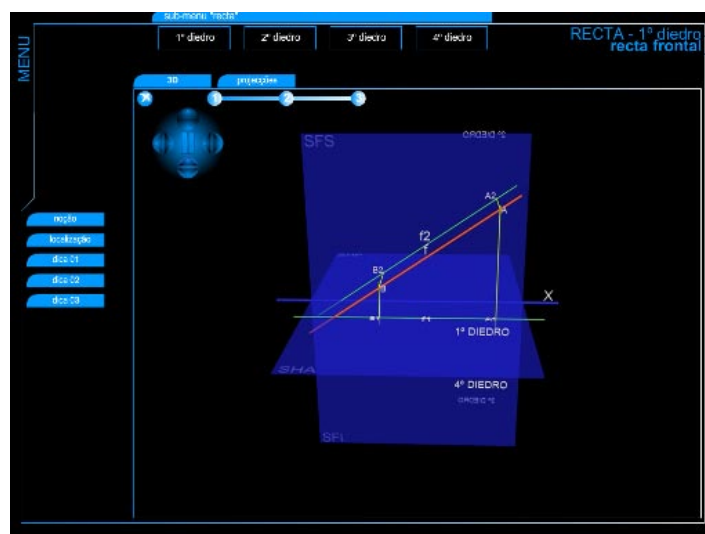


Imagem 26 – Os elementos considerados como importantes para uma navegação intuitiva e que devem estar permanentemente visíveis, são os menus (opções de navegação), o título do quadro em estudo, o conjunto de acções possíveis e efectuadas e as dicas.

De acordo com Gotz, (Gotz, 2002) o recurso a grelhas previamente definidas é um procedimento essencial para a “*estabilidade funcional, o ritmo e a uniformidade contribuindo para uma melhor compreensão da página*”. Essencialmente, o uso de grelhas reticuladas não só facilita a colocação e a distribuição dos elementos no quadro, como

reforça a sua consistência, permitindo ao usuário gozar de uma melhor orientação na navegação, pois os vários elementos encontram-se nos mesmos sítios quando se passa de um quadro a outro. O uso de grelhas reticuladas contribui para o conforto na navegação pela previsibilidade da informação e é geradora através da coerência demonstrada – sentido de unidade em todo interactivo e sentido de continuidade através dos diferentes quadros temáticos – de uma identidade visual muito própria.

De acordo com os autores expressos no estudo efectuado por Afonso, (Afonso et al, 1996) o aspecto mais relevante para o design de interfaces está relacionado com a localização dos vários componentes e a sua consistência ao longo do interactivo.

Deste estudo, retirou-se um conjunto de tópicos que se considera de base para a construção de um qualquer interactivo; este conjunto de ideias também é tido como relevantes para Gotz. (Gotz, 2002) Assim, destaca-se na localização da informação, *“que a informação mais relevante deve ser apresentada nas zonas mais destacadas do monitor e a informação que se altera em cada quadro no centro. Os botões de navegação devem ficar localizados junto das extremidades do monitor”*. Considera-se que *“o texto que apresenta a informação básica, deve estar do lado esquerdo da página, enquanto que o vídeo, imagem ou área de trabalho devem constar no lado direito”*. Para Gotz, (Gotz, 2002) a utilização do lado esquerdo para gerir a informação básica está relacionado e é *“uma resposta aos hábitos de leitura ocidentais”*. Parece que há consenso no facto de que a informação deve ser tão simples quanto possível, correndo o risco em se tornar confusa e opressiva quando apresentada em excesso com consequências nefastas ao nível das aprendizagens. A informação apresentada deve ser limitada para cada quadro e *“confinada a três itens no máximo”*; o excesso de informação torna o quadro muito denso e prejudica a leitura e se for

pouca obriga o usuário a deslocar-se em vários quadros com o prejuízo em se desorientar. *“A apresentação de grande quantidade de informação deve ser visualizada em pequenos blocos mediante: aumento do ecrã, sobreposição de janelas, botões de ícones”; “utilizar janelas por grupos ou separar determinada informação do resto do ecrã, contribuindo para atrair a atenção dos alunos para determinada informação”; “para ajudar a manter os utilizadores orientados: colocar a informação numa posição constante; manter uma concepção consistente para o mesmo tipo de ecrãs; usar tipos de diferentes tamanhos, cor e formas para sinalizar”*e *“para dispor a informação no ecrã: apresentar a informação mais relevante nas zonas mais destacadas (evitar as extremidades do ecrã); apresentar a informação que varia em cada ecrã no centro do mesmo; apresentar os botões de navegação junto dos limites do ecrã; apresentar informação recorrente (e.g. menus de barras) em localizações constantes”*. (Gotz, 2002)

Após a concepção do interactivo de acordo com as orientações resultantes do estudo em que se procurou integrar múltiplos formatos na apresentação, procurou-se a testagem do mesmo.

A experiência de testagem foi apresentada a um grupo de alunos do Ensino Secundário. Estes alunos foram escolhidos de acordo com o seu perfil escolar. O perfil foi orientado para alunos com manifestas dificuldades no âmbito do estudo da disciplina de Geometria Descritiva e resultou de um levantamento executado às avaliações finais de período e de um inquérito verbal feito a estes com a finalidade de detectar quais as dificuldades sentidas.

Após a selecção da amostra (público-alvo), foi apresentado o interactivo de modo individual e sem qualquer orientação para possibilitar aos alunos a sua exploração e envolvimento. Apenas foi explicado aos mesmos o fim a que se destinava.

Após a exploração livre do interactivo estava previsto o preenchimento de questionários de avaliação do protótipo, o que motivou algum desagrado. Este revés para o estudo levou a alterar a forma de questionário escrito para sessão exploratória com diálogo/reflexão crítica final.

Da interpretação e do estudo das reflexões críticas procedeu-se à respectiva conclusão que se refere o ponto 6.1 deste estudo.

Capítulo 5

Discussão de resultados

5.1 Discussão de resultados

Capítulo 5

Discussão de resultados

5.1 Discussão de resultados.

A avaliação do interactivo proposto foi realizada por meio de encontros/sessões com alunos do Ensino Secundário. O preenchimento de inquéritos de avaliação, inicialmente propostos como único meio de avaliação, foi rejeitado por estes pelo facto de se ter que preencher os mesmos. Nesta altura foi acordado que a experimentação seria acompanhada de uma reflexão final em grupo e que cada um apresentaria sugestões críticas para o desenvolvimento do interactivo.

As sugestões críticas apresentadas centraram-se na usabilidade, manifestando conveniência em que os comandos fossem personalizáveis, na medida em que havendo necessidade de manipular vários botões para fazer o interactivo funcionar (avançar, parar ou recuar), alguns sentiam dificuldade em se concentrar na animação proposta e nos comandos. Definiu-se que um comando amovível respondia de forma positiva ao problema pois ao coloca-lo em posição mais conveniente ao usuário melhorava o desempenho.

Sobre a qualidade técnica e estética dos elementos que compõem o ambiente proposto, foi referido o aspecto intuitivo dos menus e dos diversos botões quando utilizado o efeito “*rollover*”, realçando o interesse na proposta “*dicas*”. Sobre este último referiu-se que se apresenta sem excesso de texto e que destaca de forma simples os pontos mais notáveis. Considerou-se ainda interessante a divisão do ambiente em duas partes distintas, que separam os menus e as dicas do que diz respeito propriamente à Geometria Descritiva, realçando-se o facto dos comandos não transporem o espaço que lhe está reservado.

Dos elementos multimédia apresentados, foram as animações que mais despertou o interesse, não só pela qualidade visual apresentada, mas acrescida da técnica da estereoscopia por disparidade cromática. Os efeitos áudio não foram muito bem aceites, referindo-se que os mesmos são dispensáveis. O facto de haver um meio áudio a acompanhar o elemento texto, gera alguma confusão na leitura, tendo sido sugerido que houvesse a possibilidade de escolha, ou só texto ou só áudio. Alguns alunos acrescentaram a sugestão de poder haver a escolha de um efeito áudio/música durante o seu uso. Para o autor, o facto de haver uma cultura impressa no acto de estudar, parece que a explicação áudio não favorece a concentração como não propicia um bom estudo, pelo facto de o trilho áudio impor um ritmo próprio, o que não se passa na leitura impressa em que o leitor estabelece o seu próprio ritmo adequado às suas capacidades de compreensão.

No que se refere à qualidade do ambiente audiovisual, e a capacidade de este ser atractivo, não gerou consenso, na medida em que alguns mostraram interesse por outra paleta de cor. Ainda foi apontado a alteração das cores da interface para tons mais claros, mas foi explicado que a técnica da estereoscopia por disparidade cromática obrigava a este requisito na cor para se perceber o efeito de profundidade. Para o autor o facto de ter que se respeitar a paleta de cores para se obter o efeito de realce na profundidade é uma das limitações que a técnica estereoscópica por disparidade cromática apresenta. Este facto obriga a que a paleta de cores seja de alguma forma pobre e condicionadora de uma maior criatividade.

Mais do que combinar o aspecto estético das interfaces seguiu-se as orientações de acordo com a sua função e os objectivos do protótipo. Alguns alunos sugeriram sacrificar o efeito estereoscópico em favor das cores utilizadas, afirmando que a qualidade gráfica das

animações apresentadas eram suficientes para a compreensão visual espacial, mesmo considerando que a técnica da estereoscopia é um atractivo capaz de melhorar a simulação de um ambiente tridimensional em diedros de difícil acesso como o segundo e o terceiro diedro.

Durante as sessões de experimentação e uso, foi pedido que se realizasse tarefas de pesquisa/busca de situações concretas. Estas tarefas foram realizadas sem dificuldade e de forma intuitiva, podendo-se concluir que o protótipo interactivo não apresenta problemas de orientação e navegação. Os usuários apresentaram consciência do “lugar” (no protótipo) onde se encontravam e manifestaram facilidade em mover-se de acordo com as suas preferências, retrocedendo ou avançando.

A interface de navegação foi assimilada com facilidade não tendo sido proposta nenhuma sugestão de alteração. O autor reconhece que um sistema de ajuda, o vulgar “help” poderia ser vantajoso em resolver problemas.

Segundo os alunos a particularidade que marca o interactivo encontra-se na qualidade das animações apresentadas e na forma como são apresentadas, permitindo um controlo e uma exploração personalizada na visualização, possibilitando deste modo um conhecimento mais aprofundado dos objectos no espaço. O maior defeito do interactivo é a sua limitação em termos de conteúdo, propondo que o mesmo tenha uma biblioteca de exercícios resolvidos, com a sua vertente estereoscópica. Para o autor esta proposta é muito interessante mas devido à extensão temporal para a conclusão do estudo, não a foi possível executar.

Quando colocada a questão sobre a capacidade de um interactivo do género vir a ultrapassar a presença de um professor, houve unanimidade em referir que a presença do professor era indispensável,

não só para atender de forma específica a diferentes dificuldades, como para orientar o estudo da Geometria Descritiva adequado a cada estilo. Mesmo que se consiga a construção de um ambiente que explorasse todos os recursos multimédia de forma otimizada, criando condições favoráveis para uma aprendizagem tutorial, este não seria capaz de abarcar todas as preferências de estudo, já que cada aluno prefere estudar/aprender de acordo com o seu jeito. Este aspecto importante para a concepção de softwares educativos envolve riscos de concepção de ambientes restritos em tarefas e julga, mesmo com a participação activa dos potenciais destinatários no processo construtivo de modo a recolher opiniões que propiciem a melhoria das interfaces e formas de interacção, estarão sempre à margem aquelas opiniões que não se enquadram nas generalidades.

Reconhece-se a dificuldade em atender a todas as preferências e teria que se desenvolver um sistema que se auto regenerasse perante o perfil do usuário. Quando muito pode-se atender à caracterização dos potenciais usuários de acordo com perfis diferenciados como idade, cultura informática, acesso a dispositivos informáticos, estilos de aprendizagem, etc.

Os alunos consideram que softwares educativos do género, são tão-somente um complemento e ampliam o estudo individual do que aprenderam nas aulas, o que para avaliar toda a experiência, será necessário realizar um estudo comparativo profundo e exaustivo entre a tradicional prática lectiva e a proposta de utilização de meios multimédia, com o sentido de quantificar em que medida o uso deste tipo de software desperta efectivamente o interesse dos alunos relativamente aos objectivos de estudo; verificar se realmente existe benefício por parte dos alunos na utilização da técnica da estereoscopia por disparidade cromática e se a mesma está adequada à organização

estrutural dos conteúdos didáticos da disciplina.

Alguns alunos revelaram algumas dificuldades em visualizar o efeito estereoscópico em imagens animadas. A partir do momento em que a animação entrava em pausa, revelou-se ser mais fácil a sua visualização. Parece haver necessidade de um período de adaptação/acomodação e procura do efeito visual de profundidade. Nas imagens animadas essa adaptação é ligeiramente mais difícil quando a animação é mais rápida e mais fácil se a animação é mais lenta.

Quando mostrado o mesmo cenário em formato impresso, não assinalaram qualquer diferença no efeito estereoscópico. Como sugestão deste estudo, também se pode augurar que a técnica da estereoscopia possa ser utilizada nos livros de estudo da disciplina, pois parece também estimular e auxiliar os métodos de visualização, respeitando assim a cultura visual impressa vigente.

Capítulo 6

Conclusões e sugestões para futuros trabalhos

6.1 Conclusões.

6.2 Sugestões para futuros trabalhos.

Capítulo 6

Conclusões e sugestões para futuros trabalhos.

6.1 Conclusões.

Da investigação realizada depreende-se que há um interesse crescente na aplicação de novas tecnologias no ensino e um consenso na importância da apresentação multiformato da informação, especialmente no que se refere ao desenvolvimento de novas metodologias e processos de ensino/aprendizagem em contexto escolar e na motivação de alunos e professores. Apesar dos estudos serem ainda pouco conclusivos e complexos na sua real e efectiva comprovação, a utilização de técnicas multimédia torna o material didáctico com estas características mais apetecíveis e atraentes para o usuário, tanto para alunos como para professores. Este quadro de aceitação colectiva e o apetite cada vez mais crescente por este tipo de documento poderá criar ambientes sugestivos e estimulantes para o processo de ensino/aprendizagem; consequentemente a optimização de todo o processo.

Por conseguinte, a aplicação prática desta técnica não encontrou até ao momento nenhuma polémica ou controvérsia no que se refere à sua utilização com a finalidade educacional. Já na utilização de ambientes hipertexto, hipermedia ou multimédia, verificou-se não haver um consenso absoluto quer nas definições empregues, quer nas vantagens da sua utilização. Pese embora divergências de género, em substância existem alguns pontos comuns e concordantes como o facto de constituir-se assim, pelo uso de vários media, o que se julga ser um documento que apresenta o conhecimento de forma mais compreensível e motivador para a aprendizagem. Neste ponto o papel do usuário representa uma condição relevante e a sua atitude em assumir a responsabilidade na procura e selecção da informação contribui de

forma activa para o sucesso deste tipo de documento. O limite estará no interesse, na motivação e na continuidade exploratória.

Há contudo a necessidade em analisar e compreender os novos desafios impostos pela integração de diferentes media num documento; em que medida o contributo de cada media e a sua inter-relação, contribuem para a construção harmoniosa de um documento que se pretende vir a ser uma revolução do processo de ensino/aprendizagem. É inadiável e indispensável a compreensão real e efectiva do “espaço” e da interacção que cada um dos media ocupa no documento e o seu impacto para uma aprendizagem significativa. Corre-se o risco de documentos com estas características estarem a tornarem-se desmotivadores e confusos pelo uso excessivo e abusivo de múltiplos formatos.

Contextos escolares altamente tradicionais na sua prática de comunicação e transmissão dos saberes, precisam de tempo de adaptação e de reorganização curricular para saber lidar com estas novas formas de representar e transmitir a informação. Portanto, tudo deve ser reexaminado diante este novo contexto multimédia. Documentos capazes de oferecer infinitas possibilidades de pesquisa de informação levam à tentação de os tornar tão densos que se tornam verdadeiramente desmotivadores para quem está a aprender, quer pelo tempo que perde na sua pesquisa quer pela falta de objectividade no que se quer aprender ou ensinar.

Do desenvolvimento e aplicação prática do protótipo exploratório proposto, pode-se afirmar que o uso da técnica da estereoscopia para o processo de ensino/aprendizagem da Geometria Descritiva pode ser usado como recurso didáctico potencialmente significativo, com capacidade de motivação para manter a curiosidade e o interesse pelo tema, de tal modo que pode ser uma fonte de

amadurecimento do raciocínio espacial partindo de representações bidimensionais, visando proporcionar o desenvolvimento da habilidade de visualização tridimensional dos alunos. Pese embora o interesse imediato exteriorizado pelos alunos em explorar o efeito de profundidade através da técnica da estereoscopia quando lhe foram mostradas imagens gráficas que nada tinham a haver directamente com a Geometria Descritiva e referirem que no interactivo esta técnica contribuía significativamente para a visualização espacial dos objectos, é necessário que seja feita uma quantificação escrupulosa com o intuito de avaliar em que medida a estereoscopia desperta verdadeira e objectivamente o interesse dos alunos em relação aos objectivos da disciplina de Geometria Descritiva.

A estereoscopia por disparidade cromática tem aceitação no facto de poder influenciar positivamente o processo de ensino/aprendizagem, justificando para o efeito que a experiência e o seu uso vai ao encontro de vantagens tais como a grande capacidade de ilustração em relação com os meios tradicionais empregues; permitir mais motivação dos usuários pela visualização mais convincente através da simulação/flutuação dos objectos no espaço e a capacidade de os poder ver em outras posições. Estas vantagens multiplicam-se através da exploração de modelos, em situações que seja essencial fazer um ensino/aprendizagem, para alunos com dificuldades de visualização dos objectos no espaço.

A vantagem que mais se destaca da investigação/experiência, sucede do facto em se acrescentar algo de novo à aprendizagem e que quebra as rotinas tradicionais de estudo o que constitui um incremento na motivação dos estudantes. Acresce a este factor a motivação gerada pela interacção com o protótipo que consegue rivalizar com outro tipo de materiais gráficos que se disponibilizam para a aprendizagem;

outra das vantagens está na capacidade de ilustrar, permitindo a representação estereoscópica quer do espaço, quer dos objectos, admitindo a observação dos conteúdos de estudo em ambiente quase natural – visão espacial estereoscópica – o que torna a aprendizagem mais interessante, especialmente se houver deficit por parte do aluno ou falta de motivação para o tema. Esta aptidão oferece a oportunidade de melhorar a compreensão dos objectos em estudo e a possibilidade de novas experiências de visualização, não permitidas pelos métodos de estudo mais tradicionais. As vantagens acima enumeradas, agindo em conjunto, parecem encorajar a participação activa dos estudantes para a exploração do protótipo proposto.

Deve-se acrescentar que a cultura escolar está muito dependente do material impresso e que os alunos manifestam algumas dificuldades na leitura da palavra escrita em suporte electrónico. Apesar do estudo se ter inclinado para o suporte electrónico como forma única e possível até ao momento de apresentação de animações áudio/gráficas, a técnica da estereoscopia também pode ser apresentada no formato impresso, sem perda de qualidade na representação do efeito da profundidade.

Os custos economicamente proibitivos de equipamentos tecnológicos que empregam a estereoscopia para melhorar o desempenho visual espacial, estão muito longe de se constituir como alternativa ao tradicional processo de ensino/aprendizagem. A análise e a ponderação entre o custo/benefício na utilização da técnica de estereoscopia por disparidade cromática, parece indicar vantagens decorrentes da sua utilização, – baixo custo de implementação por aluno e sistemas de implementação simples sem equipamentos adicionais – o que não é de desconsiderar a sua utilização futura enquadrada em suporte impresso,

tratando-se apenas como mais um recurso, das actuais ferramentas utilizadas no processo de ensino/aprendizagem.

Embora o uso da estereoscopia por disparidade cromática esteja numa fase pré embrionária, e com uma modesta aplicação em meio académico, parece existir algumas vantagens na utilização desta no processo de ensino/aprendizagem, pese embora a presença de algumas dúvidas resultantes do método de avaliação quanto às suas implicações e possíveis desvantagens. É necessário desenvolver mais estudos para descobrir como pode ser feito de forma mais eficiente e proceder a uma avaliação exaustiva no sentido de se quantificar efectivamente a sua utilidade para o processo.

Predizer quais os seus benefícios e se estes são significativos para a sua aplicação, é sentir a tentação de prescrever a estereoscopia por disparidade cromática como solução para os problemas e dificuldades sentidas, acontecendo que em situação de subavaliação e num quadro clínico de ansiedade, se possa remeter para um plano secundário soluções já existentes e empregues, mas não tão sofisticadas do ponto de vista tecnológico.

É necessário ponderar na falsa expectativa de que o uso da estereoscopia por disparidade cromática poderá arrogar-se como a solução para os problemas de aprendizagem da Geometria Descritiva e inseri-la de forma virulenta no tradicional processo de ensino/aprendizagem tipicamente presencial sem reflectidas adaptações, é correr o risco de fazer fracassar todo o processo.

Conclusivamente, verifica-se que parece existir algumas vantagens tal como é necessário ter algumas precauções no seu uso e ponderar na sua utilização. Ao procurar responder aos critérios subjacentes que podem validar o estudo, do uso da estereoscopia por

disparidade cromática para o processo de ensino aprendizagem da Geometria Descritiva, no que diz respeito à sua necessidade, parece ser pertinente. Apresenta-se como uma solução em que o seu contributo aparenta ser útil para o processo de ensino aprendizagem, a sua relevância merece alguma atenção e parece ser conveniente, apresentando coerência nos seus argumentos. No que se refere à sua consistência e no que se reporta ao que se pode considerar como a melhor forma de se apresentar a nível de formato/modelo, há a necessidade de mais estudos e uma mais profunda avaliação para se poder aperfeiçoar o estudo e as propostas.

O desenvolvimento deste tipo de propostas deve passar pelo contributo de equipas multidisciplinares que, pelas suas características específicas, contribuirão para o enriquecimento dos aplicativos. Este estudo não teve esse contributo, mas soube-se apoiar nas opiniões críticas dos potenciais usuários, que contribuíram para a sua construção, apontando qualidades e permitindo corrigir incorrecções.

6.2 Sugestões para futuros trabalhos.

Considerando o interesse revelado pelos alunos na exploração do interactivo com base na técnica de estereoscopia pode-se antever como proposta de desenvolvimento de trabalhos futuros na área da Geometria Descritiva, o desenvolvimento de protótipos de software educativo com base em interfaces suportadas por técnicas de Realidade Virtual utilizando linguagens de programação que pela sua simplicidade e fácil funcionalidade, possibilitem aos professores desenvolver os seus próprios mundos virtuais, “bibliotecas” personalizadas de experiências conciliáveis com o desenvolvimento e maturidade das turmas/alunos e não serem obrigados a utilizar limitadas soluções pré-definidas.

Portanto seria desejável que o usuário participasse directamente na concepção fazendo dele um co-criador, um elemento com poder de decisão. Esta proposta poderá ser extensível a outras áreas de estudo multidisciplinares.

Deve-se salientar que necessária e imperiosamente os trabalhos futuros de desenvolvimento de software educativo devem passar pela criação de interfaces mais intuitivas e de fácil interacção com os usuários, de forma que seja utilizada a Realidade Virtual Imersiva, em que a navegação e a manipulação de objectos possa permitir experiências verdadeiramente personalizadas e reais. Assim permitir-se-ia ao usuário, num leque de objectos disponíveis num cenário virtual, manipulá-lo de forma que os seus atributos fossem definidos como que de uma experiência personalizada se tratasse e pudesse desenvolvê-la de acordo com os seus interesses e motivações. Sem barreiras de qualquer género e motivado pelas capacidades e possibilidades de experimentar, a aprendizagem fazer-se-ia de forma intuitiva mais harmoniosa e eficaz.

Capítulo 7

Referências bibliográficas

Capítulo 7

Referências bibliografias

ADAM, Gavim, “*Um Balanço Bibliográfico e de Fontes da Estereoscopia*”, Anais do Museu Paulista, ano/volume 6/7, número 007, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil, 2003.

AFONSO, Rui, et al, “*Estudo sobre a Apresentação Multiformato da Informação no Software Educativo Multimédia*”, Universidade do Minho, (s/data).

AFONSO, Rui, et al, “*Análise da integração de múltiplos formatos no software educativo multimédia*”, Universidade do Minho, 2004.

Disponível em: <http://hdl.handle.net/1822/2670>, (consultado em 10/12/2007)

BAILEY, Gahan , “*Preservice Teachers’ Beliefs about Discipline Before and After Student Teaching*”, Department of Curriculum and Instruction, University of South Alabama, (s/data).

Disponível em: www.uscupstate.edu/academics/education/issues/bailey.johnson.pdf, (consultado em 25/11/2007).

BEREZIN Stereo Photography Products

Disponível em: <http://www.3dgear.com/scsc/movies/firsts.html>, (consultado em 27/06/2008).

BIONDO, Luis, André Brandão, “*Sistema Integrado e Visualização de Conteúdos de 5ª a 8ª Series Utilizando X3D*”, in

Anais do XV Seminário de Computação, Blumenau, Novembro, 2006, Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões Campus de Erechim, Brasil, 2006.

CARVALHO, Ana Amélia Amorim, “*Multimédia: um conceito em evolução*”, Revista Portuguesa de Educação, 2002, Universidade do Minho, 2002.

Disponível em: <http://hdl.handle.net/1822/489>, (consultado em 22/01/2008).

COUTINHO, Clara P., “*Construtivismo e investigação em hipermédia: aspectos teóricos e metodológicos, expectativas e resultados*”, Departamento de Currículo e Tecnologia Educativa Instituto de Educação e Psicologia, Universidade do Minho, Braga, 2005.

Disponível em: <http://hdl.handle.net/1822/4386>, (consultado em 28/01/2008).

DIAS, Paulo e Maria Isabel Menezes, “*Problemática da Representação em Hipertexto*”, Revista Portuguesa de Educação, 1993, Universidade do Minho, 1993.

Disponível em: <http://hdl.handle.net/1822/524>, (consultado em 22/12/2007).

DIAS, Paulo, “*Hipertexto, hipermédia e media do conhecimento: representação distribuída e aprendizagens flexíveis e colaborativas na Web*”, Revista Portuguesa de Educação, Volume 13 (1), 2000.

ESCRIVÁ, Miguel, M. José Vicente, Emilio Camahort, “*Dispositivos de Visualización Espacial*”, Departamento de Sistemas

Informáticos y Computación, Universidad Politécnica de Valencia, Março de 2006.

FERREIRA, J. L. Franz e D.P. Thambiratnam, “*Using Phenomenography to Understand Student Learning in Civil Engineering*”, The International Journal of Engineering Education , Vol 13, No 1, 1997, pp 21-29.

Disponível em: <http://citeseer.ist.psu.edu/context/2176590/0>, <http://www.ijee.dit.ie/articles/999987/article.htm>, (consultado em 15/12/2007).

GOMES, Maria João, “*Navegando no Hipervocabulário*”, Universidade do Minho, 1995.

Disponível em: <http://hdl.handle.net/1822/526>, (consultado em 22/12/2007).

GOMES, Maria João, “*Algumas Reflexões em torno da Fundamentação da Utilização Educativa de Sistemas Hipermédia. Um Problema sem solução ou uma solução à Procura de Fundamentação?*”, Universidade do Minho, 1995.

Disponível em: <http://hdl.handle.net/1822/495>, (consultado em 18/01/2008).

GOTZ, Veruschka, “*Reticulas para Internet Y Otros Suportes Digitales*”, Index Book, 2002.

KIRNER, Cláudio, “*Sistemas de Realidade Virtual*”, Apostila publicada pelo Departamento de Computação da Universidade Federal de São Carlos. São Carlos - SP, Brasil, 1997.

Disponível em: <http://www.ckirner.com/realidadevirtual/>

?%26nbsp%3B_ANAIS_DE_EVENTOS, (consultado em 11/01/2008).

LÉMOS, André, “*Anjos interactivos e retribalização do mundo. Sobre interactividade e interfaces digitais*”, 1997.

Disponível em: <http://www.facom.ufba.br/pesq/cyber/lemos/interac.html>, (consultado em 12/03/2008).

LÉVY, Pierre, “*Cibercultura*”, Editions Odile Jacob / Editions du Conseil de l’Europe, 1997.

LÉVY, Pierre, “*As Tecnologias da Inteligência, O Futuro do Pensamento na Era da Informática*”, Instituto Piaget, Éditions La Découvert, 1990.

NETTO, António Valério, Liliane dos Santos Machado, Maria Cristina F. de Oliveira, “*Realidade Virtual - Definições, Dispositivos e Aplicações*”, Universidade de São Paulo. Brasil, s/ data.

PIMENTEL, Ken e Kevin Teixeira, “*Virtual Reality: Through the Looking Glass*”, McGraw-Hill, 1993.

PINHO, Márcio Sarroglia, “*Realidade Virtual como Ferramenta de Informática na Educação*”, Instituto de Informática/ Centro de Informática na Educação, PUCRS, SBIE, Belo Horizonte, 1996.

Disponível em: http://grv.inf.pucrs.br/tutorials/rv_educa/index.htm#_Toc371845425, (consultado em 05/01/2008).

PRIMO, Alex Fernando e Márcio Cassol, “*Explorando o conceito de interatividade: definições e taxonomias*”, 2004.

Disponível em: usr.psico.ufrgs.br/~aprimo/pb/pgie.htm, (consultado em 20/02/2008).

SANTOS, Eduardo Toledo, "Projectando uma Ontologia de Geometria Descritiva", 15º Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico, IV International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design, São Paulo, Brasil, Novembro de 2001.

Disponível em: <http://www.pcc.usp.br/toledo/publica%C3%A7%C3%B5es.htm>, (consultado em 20/01/2008).

SEABRA, Santos, "Proposta de Desenvolvimento da Habilidade de Visualização Espacial Através de Sistemas Estereoscópicos" In: Actas del EGRAFIA 2004, Argentina, 2004.

SILVA, Roberto Wagner Andrade da, "Educação à distancia em Ambientes de Aprendizagem Matemática Auxiliada pela Realidade Virtual", Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

SIMÓ, Águeda, "Realidade Virtual y Creación Artística", Covilhã, Serviços Gráficos da Universidade da Beira Interior, 2006.

SIMS, Rod, "Interactivity: A Forgotten Art?", Educational Technology and Multimedia, Faculty of Education University of Technology, Sydney, 2007.

Disponível em: <http://www.google.pt/search?hl=pt PT&q=%5Bht tp%3A%2F%2Fitech1.coe.uga.edu%2F+itforum%2Fpaper10%2F paper10.html&btnG=Pesquisa+do+Google&meta>, (consultado em 28/02/2008).

Bibliografia Geral

AVERY, Benjamin, Bruce H. Thomas e Joe Velikovsky, “*Outdoor Augmented Reality Gaming on Five Dollars a Day*”, University of South Australia, Mawson Lakes, Adelaide, Australia, 2005.

AVERY, Benjamin, Bruce H. Thomas e Wayne Piekarski, “*Visualizing Occluded Physical Objects in Unfamiliar Outdoor Augmented Reality Environments*”, University of South Australia, Mawson Lakes, Adelaide, Australia, 2007.

ADRIAANSEN, Tony e Chris Gunn, “*An Experimental Implementation of a Networked Hapto-Acoustic Virtual Reality Environment Applied to Surgical Education using the High Speed CeNTIE Research Network*”, VIIth Digital Image Computing: Techniques and Applications, Sydney, Austrália, 2003.

ALBUQUERQUE, Afonso de, e Simone Pereira de Sá, “*Hipertextos, Jogos de Computador e Comunicação*”, Revista FAMECOS, Porto Alegre, nº 13, Dezembro 2000, Brasil, 2000.

BAUDRILLARD, Jean, “*Televisão / Revolução: o Caso Roménia*”, in PARENTE, André. *Imagem máquina. A era das tecnologias do virtual*, Rio de Janeiro: Ed. 34, 1ª reimpressão, 2001, p. 147-154.

BENSABAT, Fernando, “*Geometria Descritiva A/B*”, Lisboa Editora, SA, Lisboa, 2007.

BOCKELIE, Mike, Dave Swensen, Martin Denison, “*A Computational Workbench Environment for Virtual Power Plant Simulation*”, Salt Lake City, 2001.

BURDEA, Grigore C., “*Haptic Feedback for Virtual Reality I*”, State University of New Jersey, USA, 1999.

CASALEGNO, Federico, “*Hiperliteratura, sociedades hipertextuais e ambientes comunicacionais*”, Revista FAMECOS, Porto Alegre, nº 9, Dezembro 1998, Brasil, 1998.

Disponível em: <http://scholar.google.pt/scholar?q=Revista+FAMECOS+%E2%80%A2+Porto+Alegre+%E2%80%A2+n%C2%BA+9+%E2%80%A2+dezembro+1998+%E2%80%A2&hl=pt-BR&um=1&ie=UTF-8&oi=scholar>, (consultado em 23/04/2008).

CHING, Francis D., “*Design Drawing*”, Editora Wiley, New York, 1998.

COSTA, João, “*Geometria Descritiva 10 A/B*”, Areal Editores, SA, Lisboa s/data.

COSTA, Delanise Coelho, “*Hipertexto - Labirinto da Imaginação*”, Publicado Originalmente na Revista da APG – Associação de Pós-graduandos da PUC/SP, São Paulo, 1999.

Disponível em: <http://buscatextual.cnpq.br/buscatextual/visualizacv.jsp?id=E39152>, (consultado em 12/04/2008).

COUCHOT, Edmond, “*Da representação à simulação: Evolução das técnicas e das artes da figuração*”, in PARENTE, André. *Imagem máquina. A era das tecnologias do virtual*, Rio de Janeiro: Ed. 34, 1ª reimpressão, 2001, pp. 37-47.

CUNHA, Luís Veiga, “*Desenho Técnico*”, Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, 6ª edição, Lisboa, 1984.

DITCHERN, Anne K., “*Effective Teaching and Learning*

in Higher Education, With Particular Reference to the Undergraduate Education of Professional Engineer”, Int. j. ENGNG ed., volume 17, nº1, 2001 New Zealand.

DONIS, Donis A., “*Sintaxe da Linguagem Visual*”, Editora Martins Fontes, 2ª Edição, 4ª tiragem, São Paulo 2003.

KIRNER, Cláudio e Raúl Tori, “*Realidade Virtual: Conceitos e Tendências*”, Livro do Pré-Simpósio SVR 2004, Editora Mania de Livro, São Paulo, 2004.

KIRNER, Cláudio, “*Fundamentos e Tecnologia de Realidade Virtual e Aumentada*”, Pré-Simpósio VIII Symposium on Virtual Reality, Belém, 2006.

FERREIRA, Pedro Cid, “*Flash MX 2004 Conceitos e prática*”, FCA Editora de Informática, Lisboa 2004.

LANDOW, George, “*Hipertexto, La Convergencia de la Teoria Crítica Contemporánea y la Tecnologia*”, Ediciones Paidós Ibérica, S.A., Barcelona, 1995.

LOBO, Miguel, “*Curso Avançado de Flash MX 2004*”, FCA Editora de Informática, 2ª edição, Lisboa 2004.

LUNENFIELD, Peter, “*The Digital Dialectic, New Essays or New Media*”, The MIT Press, 1999.

MACHADO, Arlindo, “*Máquina e Imaginário, O Desafio das Poéticas Tecnológicas*”, 3ª Edição, Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

MACHADO, José Pedro, “*Grande Dicionário da Língua Portuguesa*”, Círculo de Leitores, Lisboa, 1991.

MANOVICH, Lev Ken, “*Language of New Media*”, Cambridge: MIT, 2001.

MCLUHAN, Marshall, “*Os meios de Comunicação, como Extensões do Homem, (Understanding media)*”, Editora Cultrix, São Paulo, Brasil, 1995.

MEDEIROS, Fernando e Nádia Arai, “*Flash 8, Fundamentos e Aplicações*”, Editora Érica, Lda, 2ª edição, São Paulo, Brasil, 2006.

PARENTE, André, “*Imagem Máquina, A era das Tecnologias do Virtual*”, Editora 34, São Paulo, 2001.

POPPER, Frank, “*As imagens artísticas e a tecnociência*”, in PARENTE, André. *Imagem máquina. A era das tecnologias do virtual*, Rio de Janeiro: Ed. 34, 1ª reimpressão, 2001, p. 201-213.

ROSENBLUM, Lawrence, James Durbin, Robert Doyle, e David Tate, “*The Virtual Reality Responsive Workbench: Applications and Experiences*”, Virtual Reality Lab/Information Technology Division, Naval Research Laboratory, Washington, DC, 1997.

Disponível em: <http://www.ait.nrl.navy.mil/3dvmel/projects/Workbench/Workbench.html>, (consultado em 14/06/2008).

SANTA-RITA, José Fernando de, “*GD – A/B, Geometria Descritiva A/B Bloco 1 – 10º/11º Anos*”, Texto Editores, 1ª edição, Lisboa 2007.

SANTA-RITA, José Fernando de, “*GD – A, Bloco 2, 11º/12º anos*”, volume 1 e 2, Texto Editores, 1ª edição, Lisboa 2008.

SANTOS, Eduardo Toledo e José Ignacio Rojas Sola, “*A Proposal for an On-Line Library of Descriptive Geometry Problems*”, *Journal for Geometry and Graphics*, Volume 5, 2001, nº 5, Brasil, 2001.

SANTOS, Eduardo Toledo e Rodrigo Duarte Seabra, “*Avaliação da Eficácia de um Curso de Geometria gráfica para Engenharia no Desenvolvimento da Habilidade de Visualização Espacial*”, XXXV Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, COBENGE, Universidade de São Paulo, Escola Politécnica – Depto. de Engenharia de Construção Civil, São Paulo, 2007.

Disponível em: <http://rodrigoduarte.pcc.usp.br/Publicacoes.htm>
(consultado em 14/01/2008).

SANTOS, Eduardo e Rodrigo Duarte Seabra, “*Avaliando a Aptidão Espacial de Estudantes em Curso de Geometria Gráfica*”, GRAPHICA 2007, EPUSP – Escola Politécnica da USP, Depto. de Engenharia de Construção Civil, Curitiba – Paraná, Brasil 2007.

Disponível em: <http://rodrigoduarte.pcc.usp.br/Publicacoes.htm>
(consultado em 14/01/2008).

SANTOS, Eduardo e Rodrigo Duarte Seabra, “*Análise de Requisitos de uma Ferramenta em Realidade Virtual para o Desenvolvimento da Habilidade de Visualização Espacial Segundo Critérios de Usabilidade e Enfoque no usuário*”, Escola Politécnica da USP, Depto. de Engenharia de Construção Civil, São Paulo, Brasil, 2005.

Disponível em: <http://rodrigoduarte.pcc.usp.br/Publicacoes.htm>,
(consultado em 14/01/2008).

SANTOS, Eduardo e Rodrigo Duarte Seabra, “*Análise de Requisitos de uma Ferramenta 3D para Desenvolvimento da Cognição Espacial*”, GRAPHICA 2005, Escola Politécnica da USP, Depto. de Engenharia de Construção Civil, São Paulo, Brasil, 2005.

Disponível em: <http://rodrigoduarte.pcc.usp.br/Publicacoes.htm>, (consultado em 14/01/2008).

SANTOS, Eduardo e Rodrigo Duarte Seabra, “*Proposta de Desenvolvimento da Habilidade de Visualização Espacial Através de Sistemas Estereoscópicos*”, EGRAPHIA 2004, 4º Congreso Nacional y 1ro. Internacional, Rosario, Argentina, 2004.

Disponível em: <http://rodrigoduarte.pcc.usp.br/Publicacoes.htm>, (consultado em 14/01/2008).

VIRILIO, Paulo, “*A imagem virtual mental e instrumental*”, in PARENTE, André. *Imagem máquina. A era das tecnologias do virtual*, Rio de Janeiro: Ed. 34, 1ª reimpressão, 2001, pp. 127-132.

WEISSBERG, Jean-Louis, “*Real e Virtual*”, in PARENTE, André. *Imagem máquina. A era das tecnologias do virtual*, Rio de Janeiro: Ed. 34, 1ª reimpressão, 2001, p. 117-126.

WHITE, GWEN, “*Perspectiva, para Artistas, Arquitectos e Desenhadores*”, Editorial Presença, 3ª edição, Lisboa, 1990.

ZAGALO, N., Branco, “*Elementos de Emoção no Entretenimento Virtual Interactivo*”, in Actas, LUSOCOM 2004 - Cong. Int. de Ciências da Comunicação Países de Líng. Portuguesa, Covilhã, Portugal.

Disponível em: http://nelsonzagalo.googlepages.com/LUSOCOM_2004_NZ.pdf, (consultado em 20/11/2007).

Capítulo 8

Anexos

Anexo 01 - Óculos estereoscópicos

Anexo 02 - CD interactivo

