

CLÁUDIA PATRÍCIA FERREIRA DIAS

**O RECURSO A AMBIENTES VIRTUAIS NO
ENSINO-APRENDIZAGEM DE GEOMETRIA
DESCRITIVA**

Dissertação apresentada para a obtenção do grau de Mestre no Curso de Mestrado em Ensino de Artes Visuais conferido pela Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias.

Orientador: Prof. Doutor João Borges da Cunha

Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias

Escola de Comunicação, Arquitetura, Artes e Tecnologias da Informação

Lisboa

2015

Dedicatória

Ao meu pai, Fernando Dias, muito para além das mais óbvias razões.

Agradecimentos

Aos meus pais e à minha irmã, presentes em todos os momentos com uma palavra de incentivo, sem os quais a conclusão desta etapa não seria possível.

Ao Pedro Carmo, pelo incentivo e por todo o apoio prestado.

Ao Prof. Doutor João Borges da Cunha, orientador desta dissertação, sempre disponível para todos os esclarecimentos.

À Direção da Escola Secundária de Caneças, que me proporcionou as condições para a concretização deste estudo.

Ao professor Luís Cardoso, orientador do estágio que sustentou o estudo de caso deste trabalho, pela experiência e ensinamentos transmitidos e pela colaboração neste trabalho.

À turma 11º G, do ano letivo 2013/14, pela experiência e desafio proporcionado.

Resumo

Na aprendizagem da Geometria Descritiva estão envolvidos diversos tipos de inteligência, destacando-se a inteligência visual-espacial, o foco de desenvolvimento da disciplina, uma vez que desta depende o domínio das técnicas de representação bidimensional. A imaginação surge, portanto, como um meio e um fim em si mesma.

Atualmente, os professores deparam-se com cada vez mais alunos com muitas dificuldades em compreender os conteúdos da disciplina, o que tem conduzido a um agravamento do número de reprovações e desistências. Com a necessidade de inverter esta tendência têm aumentado, igualmente, a procura de novas estratégias didático-pedagógicas.

As ferramentas digitais capazes de criarem ambientes virtuais têm ganho visibilidade na área do ensino, sendo defendidas por especialistas que acreditam que o seu potencial em desenvolver o raciocínio abstrato poderá ser benéfico no ensino-aprendizagem da Geometria Descritiva.

Com este trabalho, e através da utilização das referidas ferramentas informáticas, pretende-se, neste sentido, analisar o contributo da apresentação, em sala de aula, de modelos tridimensionais virtuais, procurando aferir em que medida pode o ensino-aprendizagem da disciplina beneficiar destes recursos.

Palavras-chave: Geometria Descritiva; Imaginação; Raciocínio; Meios Digitais; Ambientes Virtuais; Simulação

Abstract

Learning Descriptive Geometry involves several kinds of intelligence, the most important of them being the visual-spatial intelligence, subject development focus, since the two-dimensional techniques representation mastery depends on it. Imagination emerges, therefore, as a vehicle and an end in itself.

Nowadays, teachers are faced with more and more students with many difficulties in understanding the contents of the subject, which has led to an increase in the number of failures and dropouts. With the need to reverse this trend have also increased the demand for new teaching strategies.

Digital tools able to create virtual environments have been gaining visibility in education, being defended by experts who believe that their potential to develop abstract reasoning may be beneficial in the learning of Descriptive Geometry.

Thus, the main goal of this work is, through the use of such software tools, to analyze the contribution of the class room presentation of virtual three-dimensional models, seeking to assess the benefits of using these resources to the Descriptive Geometry teaching-learning.

Keywords: Descriptive Geometry; Imagination; reasoning; Digital Media; Virtual Environments; Simulation

Índice

Introdução	8
Capítulo 1 – Quadro Teórico	11
1.1. O ensino-aprendizagem em Geometria Descritiva	11
1.1.1. A Geometria Descritiva: entre raciocínio e representação	11
1.1.2. Metodologias de ensino-aprendizagem e estratégias adotadas ..	13
1.1.3. A representação em Geometria Descritiva.....	16
1.1.3.1. Representação gráfica manual.....	18
1.1.3.2. Representação tridimensional	20
1.1.3.3. Representação computadorizada	21
1.2. A Inteligência	24
1.2.1. A inteligência visual-espacial.....	26
1.3. A Imaginação	27
1.4. Os novos Media e o Ensino	32
1.4.1. O Ambiente Virtual	34
1.4.1.1. Imersão e Interatividade.....	37
Capítulo 2 – Estudo de Caso	41
2.1. Amostra do Estudo	41
2.2. Sequenciação e Procedimentos	42
2.2.1. Fase Exploratória	42
2.2.2. Fase Operacional.....	42
2.2.3. Balanço dos Intervenientes	43
2.3. Resultados	44

2.3.1. Resultados – Fase Exploratória	44
2.3.1.1. Entrevista ao docente	44
2.3.1.2. Entrevista aos alunos.....	44
2.3.2. Resultados – Fase Operacional	46
2.3.3. Resultados – Balanço dos Intervenientes.....	46
2.3.3.1. Entrevista ao docente	46
2.3.3.2. Entrevista aos alunos.....	47
2.4. Limitações e condicionantes do estudo	49
Conclusão	51
Bibliografia.....	56
Anexos	i
Anexo I – Entrevista inicial do docente	i
Anexo II – Entrevista inicial aos alunos	ii
Anexo III – Animações	iii
Anexo IV – Perspetivas com marcações	v
Anexo V – Entrevista final ao docente.....	vii
Anexo VI – Entrevista final aos alunos.....	viii
Anexo VII – Transcrição de algumas respostas	ix
Anexo VIII – Segundo modelo de animações	xi
Anexo IX – Sólidos com arestas pouco perceptíveis	xiii

Introdução

Neste Relatório de Iniciação à Prática de Ensino Supervisionada, no âmbito do Mestrado em Ensino das Artes Visuais no 3º Ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário, irei centrar-me na utilização de ferramentas digitais na leção da disciplina de Geometria Descritiva, interesse pessoal que surgiu ainda enquanto aluna da disciplina.

A Geometria Descritiva, disciplina que visa o desenvolvimento do raciocínio espacial, tendo como finalidade a representação de figuras tridimensionais no plano, tem sido considerada uma disciplina difícil e abstrata por parte dos alunos, reputação que adquiriu e que teima em perdurar, resultando numa grande percentagem de desistências, reprovações e notas baixas.

Para uma correta aprendizagem e compreensão da Geometria Descritiva é indispensável ter a capacidade de imaginação desenvolvida, uma vez que desta depende o domínio da transposição entre o raciocínio espacial e a representação bidimensional, relacionando os objetos no plano e no espaço. Sem ela, o aluno não compreende os conteúdos e os procedimentos, acabando por os memorizar. Contudo, é exatamente na relação entre o raciocínio e a representação que os alunos revelam maiores dificuldades. Por outro lado, o persistente recurso às metodologias e estratégias tradicionais no ensino da Geometria Descritiva têm tornado a sua aprendizagem cada vez menos estimulante e mais exaustiva, o que tem levado à desmotivação e desinteresse dos alunos.

De acordo com o programa da disciplina, algumas áreas a explorar no ensino-aprendizagem da Geometria Descritiva são os *softwares* digitais, nomeadamente os que permitem criar espaços de natureza virtual. Por outro lado, é fundamental que, perante uma atualidade onde tudo se processa rapidamente, o professor acompanhe as transformações e os avanços tecnológicos, procurando adotar estratégias e alternativas adequadas às necessidades do momento.

No caso da disciplina de Geometria Descritiva, o recurso a ambientes virtuais tem sido defendido e aconselhado por alguns especialistas, como Cristina Loureiro (1999) e Vera Viana (2007), que acreditam que a sua utilização poderá facilitar o ensino-aprendizagem dos conteúdos, despertando o raciocínio abstrato dos alunos e, consequentemente, o seu interesse pela disciplina, tornando as aulas mais dinâmicas.

Surgem, porém, algumas questões que não devem ser menosprezadas e que são, transversalmente, objeto deste estudo, sobretudo no que diz respeito ao desenvolvimento do raciocínio abstrato e aos perigos associados às novas ferramentas digitais:

Poderá a utilização dos meios digitais no ensino-aprendizagem da Geometria Descritiva conduzir à inibição do desenvolvimento do raciocínio abstrato?

Deverão estas ferramentas fazer parte dos recursos disponíveis à utilização dos alunos, durante o processo de aprendizagem, ou deverão ser apenas utilizados como mediadores de informação por parte dos professores?

Estas e outras sub-questões, resumidas a um ponto, podem culminar na seguinte pergunta de partida:

Poderá o ensino-aprendizagem da Geometria Descritiva beneficiar do recurso a ambientes virtuais?

A resposta a esta questão será o objeto desta investigação, que se desenrola em dois momentos distintos - o primeiro capítulo, onde é apresentado o enquadramento teórico e o segundo capítulo, dedicado ao Estudo de Caso.

O primeiro capítulo, por sua vez dividido em quatro subcapítulos, inicia-se com o subcapítulo “O ensino-aprendizagem da Geometria Descritiva”, onde se destaca a obra de Fernando Bensabat, *Ensinar Geometria Descritiva* (1996), essencial para uma compreensão mais aprofundada do objeto de ensino da disciplina - a relação entre raciocínio e representação -, assim como do seu processo de ensino-aprendizagem, suas envolventes e condicionantes.

No segundo e terceiro subcapítulos, respetivamente “A Inteligência” e “A Imaginação”, é feita uma abordagem ao raciocínio espacial e à imaginação, com destaque para as obras *Estruturas da Mente: A Teoria das Inteligências Múltiplas* (2001), de Howard Gardner, e *O Imaginário* (1996), de Jean-Paul Sartre, procurando conhecer e compreender melhor os contornos da capacidade imaginativa do ser humano, essencial ao estudo da Geometria Descritiva.

No quarto e último subcapítulo, “Os novos Media e o Ensino”, dedicado à utilização das ferramentas digitais no contexto educativo, são abordadas questões como a precedência do modelo, tendo por base a obra *Simulacros e Simulação* (1991) de Jean Baudrillard, e a questão da Remediação, teoria apresentada por Jay Bolter e Richard Grusin na obra *Remediação* (2000), numa abordagem feita ao mundo da Realidade Virtual e as suas principais características.

No segundo capítulo deste trabalho é apresentado o Estudo de Caso, um estudo de carácter qualitativo que visa aferir o contributo da aplicação, em sala de aula, de recursos didáticos elaborados através de um ambiente virtual. Está dividido em quatro subcapítulos,

ao longo dos quais é descrita e analisada a intervenção, tendo por base o resultado de entrevistas realizadas, antes e após a aplicação dos recursos, aos envolvidos na experiência.

Capítulo 1 – Quadro Teórico

1.1. O ensino-aprendizagem em Geometria Descritiva

A Geometria Descritiva, ciência desenvolvida por Gaspar Monge (1746-1818), é conhecida pelo seu carácter essencialmente representacional e foi desenvolvida como uma ferramenta de projeto e construção em engenharia numa época de necessidades técnicas associadas à revolução industrial. Resultante de diversos esforços para a representação do espaço nos séculos anteriores, a técnica de Monge surgiu como um novo método de representação, tendo sido publicado em 1799, na sua obra *Géometrie Descriptive*. Monge apresenta assim este novo método de representação rigorosa de entidades espaciais, que permite raciocinar em torno das formas geométricas a partir da sua representação em dupla projeção.

A geometria descriptiva tem dois objectivos: o primeiro é dar métodos para representar sobre o papel de desenho, que não tem mais do que duas dimensões, a saber, longitude e latitude, todos os corpos da natureza, que têm três, longitude, latitude e profundidade, com tal que este corpos possam ser determinados rigorosamente. O segundo objectivo é dar o modo de reconhecer por meio de uma exacta descrição das formas dos corpos, e deduzir todas as verdades que resultam, seja das suas formas, como das suas posições respectivas. (Monge apud Lemos, 2010:38)

1.1.1. A Geometria Descritiva: entre raciocínio e representação

Segundo Fernando Bensabat, em *Ensinar Geometria Descritiva* (1996), a razão geométrica reduz o mundo à sua representação vivendo de uma coalescência visceral com o mundo físico que nos rodeia e do qual recebemos informações primeiramente pela via dos sentidos. Esta razão geométrica, intocada há mais de dois mil anos, tem assentado no pressuposto de que a arquitetura da geometria reflete a arquitetura da razão, cuja lógica e clareza excluem das suas considerações qualquer paradoxo (Bensabat, 1996:21-24).

Caracterizada essencialmente pela relação entre a compreensão tridimensional e a representação bidimensional, descritiva e rigorosa de figuras tridimensionais, a Geometria Descritiva tem um papel fundamental no desenvolvimento das capacidades mentais dos indivíduos que se aventuram no seu estudo, estimulando a capacidade de percepção, de visualização espacial e a construção de raciocínios abstratos no domínio da lógica formal.

As aplicações da Geometria Descritiva são variadas, sendo uma disciplina obrigatória em cursos como os de Arquitetura, de Engenharia e das Artes. Não obstante, esta abstração ou visualização espacial que a Geometria Descritiva desenvolve é essencial independentemente da área a que o sujeito se irá dedicar no seu futuro profissional. Atualmente são muito poucas as áreas do mercado de trabalho que não fazem uso deste raciocínio no seu quotidiano, especialmente quando confrontadas com situações que envolvam a orientação espacial ou a convocação de capacidades e pensamentos geométricos.

Assim, a Geometria Descritiva não se destina apenas a formar tecnicamente arquitetos nem desenhadores, sendo detentora de um alcance formativo infinitamente mais amplo, agindo, igualmente, ao nível das atitudes, influenciando a abertura de espírito e disponibilidade afetiva para a adesão a um processo contínuo de aprendizagem (Bensabat, 1996:35-36).

Por outro lado, a Geometria Descritiva alude a uma vertente construtiva, na medida em que permite a representação de formas imaginadas a partir de outras mais simples ou previamente conhecidas, o que remete para o potencial da Geometria Descritiva enquanto suporte para o ato criativo. A imaginação é um processo mental relacionado com a abstracção e construção mental, que interage reciprocamente com o ato da representação.

Assim, para além da Geometria Descritiva dar ao indivíduo a possibilidade de desenvolver o raciocínio lógico-dedutivo e o pensamento abstracto, concede competências na representação de formas reais ou imaginadas, despertando, conseqüentemente, a criatividade e apoiando o processo criativo (Lemos, 2010:45-46).

A representação, para além de ser um dos objetivos a atingir pelo aluno, é a principal ferramenta a que se recorre no ensino da disciplina de Geometria Descritiva, surgindo, deste modo, como um meio e um fim em si mesma. É ao representar que o aluno aprende Geometria Descritiva, processo sempre acompanhado pelo raciocínio espacial. É neste sentido que, de acordo com Bensabat (op. cit.) a Geometria Descritiva não tem apenas um carácter representacional: é, antes de mais uma representação racional que acaba por se transformar numa representação racionalista e racionalizadora. Neste sentido, a representação é por si já produto do raciocínio, podendo ser considerada como um procedimento catalisador do encadeamento de raciocínios. A atividade representacional tem de raciocinar e se raciocina é para representar, “(...) e esses dois momentos não só não são independentes como ainda interagem reciprocamente – é o desenho que realmente elucida o conceito e unicamente o conceito que esclarece o desenho” (Bensabat, 1996:35). É esta relação dinâmica e recíproca *entre representação e raciocínio* que Bensabat acredita ser o objecto de ensino da Geometria Descritiva: ensinar a pensar e a representar o pensamento

e, sobretudo, exibir a íntima relação que existe entre ambos, criando assim um plano de convergência e cruzamento de informação. Como refere o autor, “Se a Geometria Descritiva é um modo de pensar e se é ainda um método comunicacional, então será no complexo processo de formação recíproca que deverá centrar-se o investimento do professor.” (Bensabat, 1996:35).

A inteligência espacial-visual, uma das sete identificadas por Howard Gardner, na sua obra *Estruturas da Mente: A Teoria das Inteligências Múltiplas* (2001) é, portanto, fundamental para o estudo da Geometria Descritiva, na medida em que se manifesta ao nível da compreensão de formas, cores, texturas, dimensões e relações espaciais. Segundo o autor, o pensamento através de imagens e a observação de relações espaciais entre objectos é habitual nos indivíduos que beneficiam desta inteligência apurada.

Contudo, para muitos, a representação mental dos objectos ou de acontecimentos que não possuem uma realidade concreta continua a ser uma capacidade difícil de desenvolver. Atualmente, os professores deparam-se com alunos com muitas dificuldades em aprender os conteúdos da disciplina e é exatamente na relação entre o raciocínio e a representação que estes encontram o seu maior obstáculo, visto não terem desenvolvida a competência essencial para a compreensão da Geometria Descritiva: a visualização espacial.

Para se aprender e compreender corretamente a Geometria Descritiva, é indispensável ter esta capacidade desenvolvida, que permite a representação dos objectos tridimensionais, relacionando-os no plano e no espaço. Sem ela, o aluno não compreende os conteúdos ou então memoriza-os, ficando estes impostos e não realmente compreendidos.

Perante esta realidade, deduz-se que a metodologia usada pelos professores no ensino da Geometria Descritiva é uma influência de peso no nível de sucesso das aprendizagens. Uma vez que age sobre as componentes intelectual e motivacional dos processos mentais, estruturando aptidões e disponibilizando-as afetivamente, a metodologia é a principal responsável pelo desempenho dos alunos (Bensabat, 1996:37-38).

1.1.2. Metodologias de ensino-aprendizagem e estratégias adotadas

Segundo Bensabat (op. cit.), é importante que o aluno compreenda que lhe compete a si definir o seu próprio método de aprender, de acordo com a sua estrutura psicológica. Contudo, o papel do professor neste processo é crucial, cabendo-lhe a ele proporcionar ao aluno as condições necessárias para uma aprendizagem tranquila, ainda que inquietante o

suficiente para que a curiosidade se mantenha, encaminhando-o na direção do seu crescimento e desenvolvimento.

O ensino-aprendizagem de Geometria Descritiva recorre tradicionalmente a três ferramentas essenciais: o raciocínio, a representação e a enunciação. Contudo, para o sucesso deste processo é indispensável que estas estejam devidamente encadeadas e em permanente interação, independentemente das ferramentas tecnológicas ou didáticas utilizadas (Sousa, 2011:19).

Abreu Pessegueiro (2001), ao contrário do que tem sido problematizado, defende que com a entrada na adolescência a maioria dos jovens desenvolve as capacidades necessárias para fazer raciocínios abstratos no domínio da lógica formal. Segundo o autor, o problema não está nas capacidades nem no seu desenvolvimento, mas sim nos interesses da maioria dos jovens. Num mundo em que a imagem visual, redundante e redutora, domina a comunicação, tornando o imaginário já numa realidade tangível, pedir ao jovem uma ideia mental estribada em conceitos é algo de muito difícil, sendo-lhe mais fácil recorrer aos meios tecnológicos disponíveis para se apropriar de uma realidade já feita.

Num estudo realizado sobre as principais dificuldades dos alunos e as estratégias por eles consideradas fundamentais para atingir um bom desempenho na disciplina de Geometria Descritiva, constatou-se que a maioria dos alunos do secundário apresenta dificuldades na compreensão da essência da própria disciplina:

Se muitos dos alunos conseguem passar do concreto para o abstracto, apenas alguns conseguem o constante jogo entre o concreto e o abstracto e de novo para o concreto, enquanto alguns se ficam simplesmente pelo concreto. (...) No entanto quando confrontados com outros fatores e estratégias de aprendizagem e de estudo, [os alunos] reconhecem a importância de conceitos e de métodos como a visualização, a tridimensionalidade, o desenho em perspectiva e a demonstração em dupla projecção ortogonal. (Bahia et al, 2007:22)

Perante esta realidade, entendo que as principais dificuldades no ensino-aprendizagem da Geometria Descritiva são: o uso dos métodos adequados por parte do professor e a abstracção e visão espacial por parte dos alunos. Estes obstáculos dão muitas vezes origem a dissensos entre professores e alunos: enquanto o professor desenha, gesticula, descreve ou compara, não tem consciência da confusão que se passa na cabeça da maior parte dos alunos.

Desta forma, verifica-se que o ensino tradicional não está a cumprir com sucesso a função de desenvolver a capacidade de visualização espacial. Por um lado, o sistema de ensino continua a privilegiar o desenvolvimento das capacidades verbais e lógicas, em detrimento das espaciais, criativas e intuitivas, dispensando-lhes uma carga horária cada vez mais reduzida; por outro, o persistente recurso às metodologias tradicionais no ensino

da Geometria Descritiva acaba por torná-la exaustiva, desinteressante e ineficiente, pelo que ano após ano, esta disciplina passou a ser considerada pelos alunos como difícil e abstrata, resultando numa grande percentagem de desistências, reprovações e notas baixas. Para contrariar esta tendência, favorecendo a aprendizagem da abstração, é fundamental que o professor adote estratégias metodológicas que estabeleçam uma relação entre a realidade material e o abstracto.

O recurso a modelos tridimensionais pode ser um facilitador deste processo, uma vez que torna possível simular, de forma visível e palpável, as situações espaciais que o aluno irá representar posteriormente na folha de papel. Contudo, estes modelos apresentam sempre limitações, como por exemplo, a simulação insuficiente do espaço.

A introdução da representação perspética pode igualmente auxiliar no processo de abstração, uma vez que proporciona ao aluno uma leitura espacializada das situações que lhe são propostas, numa linguagem visual que lhe é acessível, ajudando-o a compreender os conceitos e as operações. No entanto, a representação perspética é imperfeita, na medida em que, muitas vezes, quanto melhor representa o objeto menos se assemelha à sua forma real, o que é paradoxal (Descartes *apud* Bensabat, 1996:31-32). Sobre esta contradição, Nelson Goodman, em *Linguagens da Arte: uma Abordagem a uma Teoria dos Símbolos* (2006), justifica que:

As imagens são geralmente vistas enquadradas num contexto, por uma pessoa que pode andar à sua volta e mover os olhos. Pintar uma imagem que fornecerá, em tais condições, os mesmos raios de luz que o objecto, visto sob quaisquer condições, seria inútil mesmo que fosse possível. (...) A tarefa do artista ao representar o objeto que tem diante de si consiste em decidir que raios de luz, nas condições da galeria, conseguirão representar o que pretende. Não é uma questão de copiar, mas de transmitir. É mais uma questão de «captar uma semelhança» do que de copiar (...). (Goodman, 2006:45-46)

Neste sentido, entendo que a função da perspetiva não deva ser a de fornecer um suporte visual radicalizador, uma vez que incorre no erro mas, sim a de estabelecer uma relação entre o pensar e o pensado, devendo ser entendido como um “modo de *pensar com o lápis*” (Bensabat, 1996:73; destaques do autor). Como refere Bensabat, “É precisamente esta lógica do traçado que pode dar origem a uma lógica do pensado, passo que se pode tornar decisivo na configuração da estrutura conceptual.” (Bensabat, 1996:73).

Para além do modelo tridimensional e da representação perspética, no quadro tradicional, o recurso a ambientes virtuais, através de *softwares* de representação tridimensional, pode ser, igualmente, um poderoso auxiliar no desenvolvimento da capacidade de abstração. Esta opção tem sido defendida e aconselhada por especialistas como Cristina Loureiro (1999) e Vera Viana (2007), que acreditam que a sua utilização

poderá facilitar o ensino-aprendizagem dos conteúdos em Geometria Descritiva. Neste sentido, entendo que esta opção poderá ser vantajosa, tanto como facilitador da transmissão dos conteúdos por parte do professor, colmatando as desvantagens supracitadas dos restantes recursos, como pela aproximação à realidade quotidiana dos alunos, cada vez mais dependente das novas tecnologias.

Em suma, entendo que a capacidade de abstracção e visualização espacial deva ser elucidada e estimulada, através do recurso a diversos materiais didáticos, desde o princípio da aprendizagem, fase essencial em que o aluno se familiariza com a noção do espaço em Geometria Descritiva. Porém, estes auxiliares deverão ser fundamentalmente um ponto de partida a adotar no estágio inicial da aprendizagem, devendo ser progressivamente abandonados à medida que o aluno for atingindo maior capacidade de abstracção, ainda que se possam reutilizar, quando pertinente, em situações pontuais (Xavier et al, 2001:3-4).

1.1.3. A representação em Geometria Descritiva

A representação é, desde os primórdios da civilização humana, a principal forma de registo e comunicação. No seu sentido etimológico, a palavra representação significa *re-apresentar*: apresentar novamente ou re-presenciar, isto é, realizar uma nova presença. O conceito de representação implica, assim, uma segunda presença, que se refere sempre à presença antecedente. Segundo Goodman (op. cit.) a noção de representação pode ser posta da seguinte forma: “A representa B na medida em que A se assemelha a B” (Goodman, 2006:36; destaques do autor). Porém, entende que para A se referir a B não é necessária a semelhança, na medida em que a semelhança, ao contrário da representação, é reflexiva. Uma imagem pode representar um objeto referindo-se a ele e, em particular, denotando-o. A denotação, por sua vez, é o núcleo da representação e é independente da semelhança. Um facto inegável é que uma imagem, para representar um objeto, tem não só de se referir a ele mas também de o simbolizar.

Como comunicação, a representação é uma imagem do objeto que pretende representar. Esta imagem, enquanto substituição do objeto, assume-se como um intermediário entre o real e observador ausente, comunicando muitas vezes mais eficazmente e persuasivamente que qualquer definição verbal ou escrita. Porém, a imagem encerra perigos de distorção, que são transmitidos pelo olhar de quem a produziu. O olhar nunca é inocente. O olhar “(...) não espelha, propriamente falando, antes se apodera e faz (...) Nada é visto a nu nem nu.” (Goodman, 2006:39-40). Desta forma, a receção e interpretação não são operações separáveis mas sim interdependentes.

O facto de uma representação não resultar simplesmente de uma receção, dependendo sempre de uma interpretação prévia, pode ter um efeito perverso quando, ao se representar um objeto em concordância com uma determinada mensagem que se pretende transmitir, se faz uma representação não fiel mas parcial do real, o que resulta numa simulação e/ou dissimulação.

Dissimular é fingir não ter o que se tem. Simular é fingir ter o que não se tem. O primeiro refere-se a uma presença, o segundo a uma ausência. Mas é mais complicado, pois simular não é fingir (...) Fingir, ou dissimular, deixam intacto o princípio da realidade: a diferença continua a ser clara, está apenas disfarçada, enquanto que a simulação põe em causa a diferença do «verdadeiro» e do «falso», do «real» e do «imaginário». (Baudrillard, 1991:9-10)

Numa abordagem oposta, se uma representação contém funções de carácter operativo, especialmente úteis para efeitos de construção e fabrico de objetos, passa a ser lida do ponto de vista das suas propriedades formais e métricas. Neste âmbito, a imagem não pretende imitar ou modificar o real mas, por outro lado, comunicar graficamente uma ideia, cuja transmissão seria menos eficaz se explicada verbalmente, como acontece com o desenho técnico. No caso da Geometria Descritiva a representação é *mimética* no sentido em que, segundo Platão, no célebre livro X de *A República* (1990), está sempre a favor do real. Neste caso a representação não só pretende imitar o real como o procura fazer de forma mais rigorosa e exata possível, tornando-se serva da razão.

O termo desenho, na língua portuguesa, tem vários significados, entre eles também a representação, enquanto imagem de algo, daquilo que está representado. Porém, no âmbito da geometria, é dada preferência ao termo representação, pois não só abrange o termo desenho como se estende a outras possibilidades como os modelos tridimensionais e as ferramentas digitais.

No ensino da disciplina de Geometria Descritiva a representação é a principal ferramenta a que se recorre, seja ela gráfica manual, tridimensional ou digital. Aparece como forma de registo e comunicação mas, sobretudo, com o objetivo de descrever, analisar e interpretar figuras e as relações entre estas estabelecidas perante um dado referencial, o que exige um grafismo com elevado rigor e exatidão, já caracterizador da Geometria Descritiva. Porém, é a representação gráfica manual que, para além de ser o principal objetivo da Geometria Descritiva, responde mais eficazmente, assumindo o papel principal de transposição entre a abstração e o concreto, o raciocínio e o papel.

1.1.3.1. Representação gráfica manual

A comunicação gráfica, tão antiga como o ser humano, tem tido, ao longo dos tempos, um desenvolvimento paralelo ao desenvolvimento da tecnologia (Silva et al, 2002:3). Embora tenha evoluído e conhecido outras formas de produção e apresentação, a representação gráfica nunca foi substituída por nenhum método alternativo de uma forma efetiva. No que respeita à representação gráfica através de imagens, apesar do desenvolvimento de outras formas de comunicação, desde a introdução da escrita até às proporcionadas pela evolução tecnológica atual, esta continua a ocupar uma posição de destaque no âmbito da comunicação, assumindo uma forma cada vez mais aprimorada.

A representação gráfica e o desenho satisfazem aplicações muito diversas e estão presentes em praticamente toda atividade humana. Sendo um conceito de extrema abrangência, a representação gráfica recorre a diferentes linguagens e técnicas de produção, em conformidade com o contexto ou domínio em que é utilizada e o propósito a que se destina. Deste modo, todo o tipo de imagens produzidas, desde as artes plásticas à fotografia, assim como as manipuladas através de recursos informáticos, ainda que sujeitas ou não a convenções de representação, como o Desenho Técnico, têm inerente uma simbologia gráfica que possibilita que seja estabelecida a comunicação.

Na Geometria Descritiva, o adjetivo ‘descritiva’ remete precisamente para o objectivo de descrever entidades reais com base num sistema rigoroso de representação suscetível de uma perceção universal. Esta descrição com o objectivo de interpretar, analisar e principalmente estabelecer modos de intervenção no relacionamento dos espaços implica uma atitude de representação gráfica, caracterizada por uma simbologia e consequentemente uma linguagem próprias (Silva et al, 2002:2-6). Assim, no caso da Geometria Descritiva o sistema, ou método, utilizado pode ser entendido como uma linguagem onde as representações elaboradas já não remetem para a mera presença do objecto mas, por outro lado, para um código com determinadas regras pré estabelecidas (Sousa, 1996:14-16).

Do mesmo modo que a linguagem verbal escrita exige alfabetização, a execução e a interpretação da linguagem gráfica exige um apetrechamento específico na medida em que são utilizados suportes bidimensionais para representar formas espaciais. Deste apetrechamento específico depende igualmente um aprimorar de uma precisão e rigor que se exigem irrepreensíveis na representação gráfica em Geometria Descritiva, fundamentais precisamente para desfazerem os equívocos que possam surgir da representação tridimensional em suportes bidimensionais (Silva et al, 2002:2-6).

Segundo Bensabat, é a simbiose entre o conceito e a representação gráfica que estrutura a Geometria Descritiva e, concomitantemente, o seu ensino. Não apenas a Geometria, não apenas o mecanismo gráfico, nem ainda os dois, entendidos como entidades autónomas, mas a relação dinâmica e recíproca que existe entre ambos.

Porém, numa época onde os avanços da informática parecem pôr em causa a representação gráfica manual, importa referir que o desenho manual carrega componentes e aprendizagens específicas que não se verificam com o desenho executado através de ferramentas informáticas. No caso da Geometria Descritiva é solicitado um domínio crescente da expressão do traço que, de certa forma, implica um gosto pelo desenho que se vai adquirindo e sedimentando. Por outro lado, o manuseamento dos instrumentos de desenho tradicionais permite um aumento da sensibilidade e do sentido de organização, essenciais para um resultado final claro e expressivo. Com as ferramentas tradicionais, a transposição de uma ideia para o papel é executada de forma mais rápida e muito mais intuitiva do que se o fosse através de uma ferramenta informática. Esta revela-se, inevitavelmente, como uma espécie de filtro retardador do conteúdo que se pretende registar (Lemos, 2010:66).

Na sociedade computadorizada, que parece desenvolver-se desprovida de outras habilidades para além do manusear das máquinas, é fulcral não se esquecer o importante significado que as mãos tiveram para o homem desde a antiguidade, e que Henri Focillon, tão sabiamente, faz questão de nos lembrar, precisamente em «O Elogio da Mão», ensaio incluído na sua obra *A Vida das Formas* (1988).

Desde a antiguidade que o ser humano se expressa, comunica e regista informação manualmente, através de diversas simbologias. As mãos, instrumento fundamental à disposição do ser humano, são o principal intermediário através do qual o ser humano entra em contacto com o rigor do pensamento (Focillon, 1988:107). Um pensamento, para se afirmar, precisa de ser dado a conhecer e, para isso, precisa de algum tempo de permanência para se evidenciar. As mãos são, segundo o autor, facilitadoras deste processo. Porém, estas são igualmente a principal intermediária entre o homem e o mundo em seu redor, tendo-lhe permitindo conhecer o universo com uma proximidade e perícia que, só através do contato com as mãos, se tornou possível.

Focillon é claro quanto à sua convicção de que a posseção do mundo só se torna possível através das mãos, cujos gestos multiplicam o conhecimento. Contudo, não é só a posseção prática do mundo que requiere o uso das mãos mas também a posseção teórica e cognitiva pois, sem elas, não haveria geometria, matemática nem linguagem.

A mão, quando em ação, pode explorar e criar tanto de forma controlada como de forma imprevisível, mesmo accidental, atingindo uma dimensão que se encontra exterior ao

pensamento: a casualidade. Focillon reconhece esta realidade, sublinhando que este momento - em que a mão explora o desastre e a casualidade define a sua forma - contém um potencial oculto que deverá ser aproveitado. No entanto, quando é a máquina a exercer a função do homem, tudo se repete e encadeia, e a casualidade acaba por se perder de forma inevitável.

Para o autor a mão não é apenas um órgão à mercê do espírito:

(...) é acção: apreende, cria, e por vezes dir-se-ia mesmo que pensa (...) [é] o instrumento da criação mas, antes do mais, o órgão do conhecimento. (...) A mão resgata o tacto da sua passividade receptiva, organiza-o para a experiência e para a acção. (...) Educadora do homem, multiplica-o no espaço e no tempo". (Focillon, 1988:108-129)

1.1.3.2. Representação tridimensional

Ao longo dos anos, têm sido muitas as estratégias adotadas com o objetivo de colmatar as dificuldades que os alunos revelam em adquirir a abstração ou visão espacial, essenciais para a aprendizagem da Geometria Descritiva. Uma das estratégias adotadas, mais comum entre os professores, é a observação de modelos tridimensionais. A convicção de alguns especialistas de que a utilização de modelos, ou protótipos, constitui uma mais-valia no ensino-aprendizagem desta disciplina está assente na ideia de que a sua observação, sob diversos pontos de vista, contribui para um melhor reconhecimento da forma. Como refere Edelman, "In the natural environment, most objects are seen from several different viewpoints. We explored the nature of recognition after training with multiple views and compared it to recognition after training with only one view." (Edelman *apud* Russo, 2008:34).

Os modelos, tanto reais como digitais assumem, assim, um importante papel como instrumentos de trabalho no acompanhamento do processo de ensino-aprendizagem da Geometria Descritiva. São indispensáveis para favorecer a aprendizagem da abstração e compreensão das posições e relações entre os objectos tridimensionais na medida em que, ao fazer uma ligação com o concreto, se está a simular, de forma visível e, no caso dos modelos reais palpável, as situações espaciais que o aluno irá representar posteriormente na folha de papel. Para além disto, a utilização de modelos tridimensionais estimula duas capacidades essenciais do raciocínio humano - a intuição e a dedução - como refere Claudi Alsina (1999). De acordo com este autor, a intuição e o senso comum, não sendo capacidades inatas, devem ser fomentadas e educadas, desde cedo, a partir da observação, da experimentação e da análise de modelos tridimensionais.

Nos programas oficiais da disciplina é aconselhada a utilização de construções tridimensionais para demonstrar determinados problemas. No entanto, ainda que as construções tridimensionais sejam o que verdadeiramente constitui a situação espacial que representam, como que a imitando, apresentam sempre limitações de escala, construção e funcionalidade.

Assim, é importante ter presente que o recurso a construções tridimensionais só é viável para os conteúdos iniciais da disciplina, visto que o grau de complexidade das situações espaciais e dos elementos envolvidos é ainda relativamente baixo. À medida que a complexidade das situações espaciais aumenta, tornam-se necessárias construções tridimensionais mais elaboradas, cujo manuseamento é delicado e pouco funcional. Porém, as construções tridimensionais, para os conteúdos iniciais, representam recursos didáticos extremamente interessantes dadas as várias possibilidades de manipulação e observação a partir de múltiplos pontos de vista, pelo que se torna importante uma reflexão acerca dos conteúdos que podem e devem ser exemplificados através de modelos reais (Lemos, 2010:62-63).

Contudo, e com a evolução dos meios informáticos, têm surgido *softwares* e aplicações que permitem a construção e manipulação de objetos tridimensionais em formato digital: os ambientes virtuais. Estes ambientes vêm colmatar muitas das limitações dos modelos tridimensionais reais, o que faz com que estes entrem em desuso.

1.1.3.3. Representação digital

Do constante desenvolvimento e evolução dos meios tecnológicos têm surgido novas ferramentas digitais que permitem a produção, registo e difusão de conteúdos em tempo real, além da posterior reprodução. Este novo paradigma analógico vs. digital tem tido uma forte influência no quotidiano, o que convida a uma mutação de procedimentos.

O advento das ferramentas CAD (Computer Aided Design) tem constituído um contributo decisivo para as atividades que envolvem projetos com necessidades de representação gráfica e tridimensional, como o Design, a Arquitetura e as Engenharias, revelando-se um fator potenciador do desenvolvimento dos setores industriais mas, também da educação.

A maioria destes programas informáticos comporta uma panóplia de comandos dedicados a diferentes operações de representação gráfica e tridimensional, como pontos, retas, superfícies, figuras e sólidos geométricos diversos, englobando igualmente ferramentas de manuseamento e transformação destes elementos. No caso dos sistemas CAD, estes possibilitam também a concretização de procedimentos específicos, de uma

forma automática sobre os elementos produzidos, como a representação de sombras, interseções, ou outras relações geométricas entre os elementos representados. A relação destes comandos com o utilizador é cada vez mais fácil de obter, desencadeando operações de representação de uma forma imediata, reversível e potenciadora da experimentação (Sousa, 2011:33).

Para o ensino da Geometria Descritiva, cujo modelo tradicional comporta algumas limitações difíceis de superar, estes programas parecem revelar-se um recurso didático com enorme potencial, tema que tem chamado a atenção de diversos investigadores ao longo de vários anos, como refere Riccardo Migliari et al (2008):

The interest for the problem of the renewal of the studies of descriptive geometry is emphasized in the papers that many researchers have dedicated to this theme during the last ten years (...) It is necessary to observe, nevertheless, that most of these papers regard the field of the didactics, as if an academic teaching can exist without the contents and the forms of the related science. We ask ourselves, in synthesis, how to reconcile the teaching of the descriptive geometry and the CAD, instead of wondering how to re-found the science that will be taught. And the difference between these two ways of seeing is not of little importance. (Migliari et al, 2008:10)

Os ambientes virtuais adicionaram uma nova dimensão ao estudo Geometria Descritiva e da visualização espacial. Através dos dispositivos de interação, é permitido ao usuário a construção, manipulação e movimentação de objetos no mundo virtual. Esta realidade pode ser muito interessante e estimulante nas atividades de ensino-aprendizagem uma vez que as animações permitem demonstrar o movimento e, sobretudo, facilitar a deteção, em tempo real, das variantes dos objectos geométricos quando sujeitos a transformações. Esta demonstração de situações e operações espaciais através de imagens e animações permite ao aluno compreendê-las melhor, favorecendo a sua representação mental.

Desta forma, o recurso ao ambiente virtual na Geometria Descritiva, como um processo auxiliar de visualização espacial, poderá desenvolver a capacidade de abstração facilitando a aprendizagem dos conceitos e operações, uma vez que a compreensão do abstracto só se torna possível com o conhecimento do concreto, mesmo que este se apresente sob a forma de entidades não efectivamente presentes (Lemos, 2010:84).

Nevertheless, being a powerful tool, much more powerful than those traditional, the CAD can provide to descriptive geometry the means to carry out procedures always more simple and general, and the means to face those problems that, before, were ignored because of their complexity. (...) The digital representation could therefore be, for descriptive geometry, what the telescope was for the astronomy in Galileo's times and lead to an analogous process of renewal. (Migliari et al, 2008:9)

O ambiente virtual traz mudanças significativas ao ensino tradicional pois, para além de permitir mostrar de vários ângulos as situações e processos espaciais propostos, retroceder ou avançar de uma forma que os modelos tridimensionais reais dificilmente permitem, disponibiliza ao indivíduo modelos mais complexos e em maior número do que se estivesse limitado aos modelos tridimensionais reais e aos recursos da sua imagística mental e memória, facilitando igualmente a tarefa do professor. Neste sentido, este recurso torna-se tanto mais relevante quanto mais complexos forem os elementos, as transformações, os processos e as representações gráficas.

Assim, crê-se que a utilização de ambientes virtuais, como recurso didático, poderá exercer efeitos bastante positivos no processo de ensino-aprendizagem, aumentando a qualidade do ensino. Para além de despertar naturalmente o interesse dos alunos, tornando as aulas mais dinâmicas, revela-se um poderoso auxiliar na melhoria da compreensão da essência da disciplina, o que aumenta a motivação dos alunos em estudar e desenvolver a capacidade de abstração.

Porém, o desenvolvimento destes programas informáticos de desenho bi e tridimensional coloca em questão a pertinência da Geometria Descritiva, que requer um esforço significativo dos alunos no desenvolvimento de um raciocínio abstracto. Segundo Pessegueiro,

Neste mundo de pragmatismos económicos, técnicos, políticos e até culturais tudo o que é **coisa mental** não é visto com bons olhos por muita gente. Essa gente dirá: *“Para quê exigirmos tanto esforço aos nossos alunos no desenvolvimento de um raciocínio abstracto se, com um simples clique do rato do computador ele pode ter a realidade virtual?”* (Pessegueiro, 2001:1; destaques do autor)

Assim, segundo o autor, a “preguiça mental”, para as maiorias, está na razão direta do desenvolvimento do mundo tecnológico. No entanto, aqui cabe perguntar se a escola ensina os nossos jovens a utilizar esses meios. Ao contrário da programação, a utilização esclarecida destas ferramentas não implica um conhecimento profundo de informática mas, não dispensa o conhecimento de Geometria, requerendo conhecimentos prévios de representação do espaço, uma vez que operam sistemas de representação que advém da Geometria, tais como a axonometria e a perspectiva.

We think that the CAD is a tool, new and powerful, which is added to the traditional tools (rule, compasses and other devices of the technical drawing). But the CAD doesn't replace, because it doesn't include, that large group of theoretical principles and consequent procedures that allow the control and the modelling of the shapes of the space. (Migliari et al, 2008:9)

Desta forma, considera-se fundamental que a Geometria Descritiva anteceda o contacto com as novas tecnologias de representação bi e tridimensional, permitindo, deste

modo, o desenvolvimento de capacidades mentais essenciais, de uma forma sequencial, consistente e construtiva (Lemos, 2010:68). Neste sentido, o professor não deve colocar estas aplicações à disposição dos alunos nas aulas de Geometria Descritiva. Estes recursos deverão sim ser elaborados previamente pelos professores e postos à observação dos alunos em aula, funcionando como *mediador* e *re-mediador* (cf. infra 1.4.1.) de informação e auxiliar na compreensão dos conteúdos.

A massificação da utilização de *softwares* de desenho assistido por computador ou de modelação tridimensional não substituem, nem pretendem substituir, o conhecimento geométrico ou o exercício mental mas, podem facilitar a compreensão de fenómenos ocorridos a três dimensões representados num suporte bidimensional, neste caso, o monitor.

1.2. A Inteligência

Gardner (op. cit.), crítico da ideia de um único tipo de inteligência inata, geral e única, criou a Teoria das Inteligências Múltiplas, considerando a inteligência de um ser humano como uma pluralidade de sectores onde as suas capacidades ou aptidões humanas se manifestam.

A sua teoria veio contrariar a visão tradicional de que a inteligência é uma capacidade que cada ser humano possui em maior ou menor quantidade, uma visão que enfatiza as habilidades linguística e lógico-matemática e que mede a inteligência através de testes de respostas curtas realizados com papel e lápis, o Q.I. Segundo Gardner, os tradicionais métodos de avaliação da inteligência

(...) no se han afinado lo suficiente como para poder valorar los potenciales o logros de un individuo en la navegación por medio de las estrellas, dominar un idioma extranjero o componer una computadora. El problema consiste no tanto en la tecnología de las pruebas sino en la forma como acostumbramos pensar acerca del intelecto y en nuestras ideas inculcadas sobre la inteligencia. Sólo si ampliamos y reformulamos nuestra idea de lo que cuenta como intelecto humano podremos diseñar formas más apropiadas de evaluar y educarla. (Gardner, 2001:21)

Para compreender adequadamente todo o campo da cognição humana é necessário considerar um conjunto muito mais amplo e universal de competências do que tradicionalmente é considerado. Neste sentido, Gardner redefiniu a inteligência à luz das origens biológicas da capacidade de um indivíduo para resolver problemas descrevendo-a,

assim, como a capacidade de processar informações, resolver problemas e de elaborar produtos.

Segundo Gardner, não há inteligências mais importantes do que outras e todo o indivíduo, exceto em situações de anomalia, dispõe de cada uma delas, podendo combiná-las e organizá-las, de variadas formas, consoante a necessidade e os problemas com que se deparar. Todos têm potencial para desenvolver as várias inteligências. Porém, o seu nível de desenvolvimento depende do uso que cada indivíduo lhes dá.

Considerando a inteligência humana como um “(...) mecanismo neural o sistema de cómputo que en lo genético está programado para activarse o "dispararse" com determinadas clases de información presentada interna o externamente” (Gardner, 2001:63), a noção de cultura é essencial para a compreensão da Teoria das Inteligências Múltiplas pois, na medida em que cada cultura valoriza capacidades ou talentos específicos, que devem ser dominados por uma quantidade de indivíduos e passados para a geração seguinte, é natural que nem todos os potenciais se desenvolvam (Gardner, 2001:189-191).

Assim, o uso que um indivíduo faz das diferentes inteligências depende tanto da herança genética e neurobiológica, quanto do ambiente ou comunidade cultural em que este está inserido, das decisões pessoais e das situações que este vivência, do tipo de interação existente entre este e os outros e dos recursos colocados à sua disposição, podendo nuns casos desenvolver mais umas inteligências do que outras.

São sete os tipos de inteligência que Gardner identifica e descreve na sua teoria: a inteligência linguística – capacidade de aprender línguas e símbolos, e de recorrer a esta para atingir objetivos específicos; a físico-matemática – capacidade de efetuar operações matemáticas, de analisar problemas lógicos e de identificar padrões; a espacial – capacidade de se orientar, de conhecer e manipular espaços; a musical – aptidão para a apreciação, compreensão e composição de padrões musicais; a corporal-cinestésica – capacidade de controlo dos movimentos corporais e de manuseio de objetos de forma habilidosa; a interpessoal – capacidade de compreender os sentimentos dos outros e de se relacionar; e a intrapessoal – capacidade de se conhecer e de utilizar esse conhecimento para atingir objetivos pessoais. Dos sete tipos de inteligência apresentados por Gardner, importa referir que os ambientes virtuais estimulam, essencialmente, a inteligência visual-espacial.

Outra teoria sobre a inteligência, que se pode compreender como complementar à de Gardner, é a de Robert Sternberg (2000), para quem cada indivíduo possui, igualmente, um perfil de capacidades distintas, não sendo capaz de ser irrepreensível em tudo o que faz. Desta forma, para ser bem sucedido, cabe ao indivíduo adquirir, desenvolver e pôr em prática uma série de habilidades, não devendo

simplesmente, fiar-se na inteligência inerte ensinada nas escolas. Porém, Sternberg destaca o facto de inteligência envolver tanto quantidade como equilíbrio, ou seja, a capacidade de desenvolver habilidades e de saber como e quando utilizá-las. Para o autor, uma inteligência de sucesso exige a combinação dos raciocínios analítico, prático e criativo. A função do raciocínio criativo será selecionar os problemas a serem resolvidos, a do raciocínio analítico encontrar soluções e a do raciocínio prático aplicá-las de forma eficaz. Desta forma, Sternberg apresenta igualmente uma versão múltipla da inteligência contemplando, contudo, o funcionamento do raciocínio em si e não dos setores nos quais as habilidades humanas se manifestam.

1.2.1. A inteligência visual-espacial

Este tipo de inteligência está ligado, essencialmente, ao mundo concreto. Advém do apuramento de percepções sensoriais e motoras, manifestando-se ao nível da compreensão de formas, cores, texturas, dimensões e relações espaciais. Portadores de um bom domínio da coordenação visual e motora, os detentores desta inteligência apurada pensam, frequentemente, através de imagens, conseguindo recriar experiências visuais de uma forma diversificada.

Las capacidades para percibir con exactitud el mundo visual, para realizar transformaciones y modificaciones a las percepciones iniciales propias, y para recrear aspectos de la experiencia visual propia, incluso en ausencia de estímulos físicos apropiados son centrales para la inteligencia espacial. (Gardner, 2001:141)

Como tal, a inteligência visual-espacial emerge como uma junção de diversas capacidades que, embora sejam independentes entre si, podendo desenvolver-se e manifestar-se em separado, neste âmbito operam “(...) como una familia, al punto que el uso de cada operación bien puede reforzar el uso de las demás.” (Gardner, 2001:143).

De acordo com Jean Piaget (1956), que realizou diversos estudos sobre o desenvolvimento da inteligência visual-espacial, o entendimento sensório-motor do espaço surge durante a infância, o que permite às crianças, ainda em tenra idade, recriar imagens mentais de situações ou objetos ausentes. Ao longo do crescimento, e de acordo com o desenvolvimento desta inteligência, as crianças vão começando a criar e a manipular imagens mentais de acordo com perspetivas estéticas. Porém, só na adolescência é que estas se tornam capazes de apreciar as mais variadíssimas situações espaciais, estando numa situação favorável para combinar as inteligências logico-matemática e visual-espacial num único sistema geométrico e científico.

Contudo, apesar da inteligência visual-espacial ser a que mais intimamente está relacionada com o campo visual, não se restringe aos seres humanos com uma visão normal, podendo igualmente desenvolver-se em indivíduos cegos e sem acesso direto ao mundo visual (Gardner, 2001:141).

Datada de tempos remotos, é uma inteligência que se observa em todas as culturas humanas conhecidas, revelando-se o seu desenvolvimento indispensável em diversos campos. Porém, apesar do seu contributo notável para as Ciências, é evidente que a centralidade do pensamento espacial recai sobre as Artes Visuais, que se desenvolveram mediante uma observação atenta e apurada do mundo envolvente.

1.3. A Imaginação

A imaginação, sendo um conceito bastante amplo, é entendida, de um modo genérico, como a capacidade de representar imagens mentalmente. Neste sentido, esta pode ser considerada como uma das faculdades da Inteligência visual-espacial de Gardner (op. cit.).

Alvo de variados estudos, foi com Aristóteles que a imaginação foi primeiramente considerada como forma de conhecimento, com função cognitiva (Mecchia, 1992:48-50). Partindo deste princípio, Voltaire coloca a imaginação como representação sensível, e especialmente visual, que advém de uma relação de dependência da faculdade de memória, considerando-a assim ligada a uma experiência visual anterior. Deste modo, Voltaire procura realçar na imaginação não a capacidade de produzir mas, de contribuir para o conhecimento, graças a essa espécie de poder evocador, visualizante e produtor de imagens na mente do indivíduo “(...) numa unidade posterior ao próprio momento da percepção e da memória (...)” (Mecchia, 1992:56).

Para Immanuel Kant, em *Crítica da Razão Pura* (2001), não restam dúvidas de que todo o conhecimento começa pela experiência. Porém, o autor assume que existe uma dupla condição para tal, que exige que tenhamos não só sensações - os efeitos causados pelos objetos quando afetam os nossos sentidos – mas também a consciência a atuar juntamente com essas sensações. Sem a colaboração de ambas não existe nem experiência nem conhecimento empírico.

(...) na ordem do tempo, nenhum conhecimento precede em nós a experiência e é com esta que todo o conhecimento tem o seu início (...) O postulado relativo ao conhecimento da realidade das coisas exige uma percepção e, portanto, uma sensação, acompanhada de consciência; não exige, é certo, consciência imediata do próprio objeto, cuja existência deverá ser conhecida, mas sim o acordo desse

objeto com qualquer percepção real, segundo as analogias da experiência, que representam toda a ligação real numa experiência em geral. (Kant, 2001:242)

Assim, para Kant, o conceito de percepção surge intimamente ligado às noções de sensação, ou sensibilidade, e de consciência. A percepção pode ser compreendida, desta forma, como um estado de consciência em que existem, simultaneamente, sensações.

Maurice Merleau-Ponty, em *Fenomenologia da Percepção* (1999), entende a percepção na mesma linha que Kant, na medida em que a concebe como um aceso originário ao mundo, uma atitude corpórea. Assim, segundo o autor, para entender a percepção é imprescindível falar sobre o corpo e a forma como este se relaciona com o espaço exterior.

Segundo Merleau-Ponty existe um princípio originário de localização que se estabelece reciprocamente entre o corpo e o espaço exterior: um sujeito toma consciência da sua existência no mundo pelo corpo e é através desta existência que, com o corpo, percebe o mundo.

(...) para mim não haveria espaço se eu não tivesse corpo. Se o espaço corporal e o espaço exterior formam um sistema prático, o primeiro sendo o fundo sobre o qual pode destacar-se ou o vazio diante do qual o objeto pode *aparecer* como meta de nossa ação, é evidentemente na ação que a espacialidade do corpo se realiza (...). (Merleau-Ponty, 1999:149; destaques do autor)

A percepção surge, assim, no âmbito desta dialética fenomenológica. De acordo com Merleau-Ponty o movimento e o sentir são, portanto, os elementos-chave da percepção, na medida em que é um acontecimento da corporeidade e, como tal, da existência. Assim, é necessário enfatizar a experiência do corpo como campo criador de sentidos.

O movimento, de que Merleau-Ponty fala, pode, no entanto, diferir no seu campo de ação. Esse campo de ação, ou fundo, é o que distingue um movimento concreto de um movimento abstrato. No movimento concreto, o fundo é o mundo dado, enquanto no movimento abstrato o fundo é o mundo construído. Esta mudança de circunstâncias configura a passagem do mundo atual ao mundo virtual, ou seja, do tátil ao meramente visual. Enquanto o movimento concreto ocorre no ser, o movimento abstrato ocorre no não-ser, o que significa que o primeiro adere ao fundo existente, ao passo que o segundo cria e desdobra o seu próprio fundo. Como refere Merleau-Ponty, "(...) o movimento abstrato é uma função de "projeção" pela qual o sujeito do movimento prepara diante de si um espaço livre onde aquilo que não existe naturalmente pode adquirir um semblante de existência." (Merleau-Ponty, 1945:160-161).

A concepção de Jean-Paul Sartre, em *A Imaginação* (2008), sobre o imaginário vai ao encontro desta teoria de Merleau-Ponty na medida em que, para Sartre, o sujeito, ao imaginar, se desprende igualmente do real, dirigindo-se a um mundo criado e irreal.

Na perspectiva de Sartre a imagem de um objeto é configurada mediante uma determinada relação da consciência com o objeto. Assim, é preciso compreender as diferentes modalidades da consciência que o autor apresenta.

Sartre distingue três tipos de consciência: a consciência perceptiva, a consciência reflexiva e a consciência imaginante, definindo a primeira como a relação adequada ao real e a terceira como pura irrealização. A consciência perceptiva é a que nos permite apreender o mundo real e os objetos que o constituem. Contudo, para que o objeto observado pela nossa consciência perceptiva seja percebido na sua totalidade é necessária uma multiplicação dos pontos de vista.

Na percepção, *eu observo* os objetos. É preciso compreender por isso que o objeto, ainda que entre por inteiro em minha percepção, só me é dado de um lado a cada vez. Conhece-se o exemplo do cubo: eu não posso saber que é um cubo enquanto não tiver apreendido suas seis faces (...) A percepção de um objeto é, pois, um fenómeno com uma infinidade de faces. O que isso significa para nós? A necessidade de *dar a volta* aos objetos (...). (Sartre, 1996:20-21; destaques do autor)

Já o dever da consciência reflexiva é concentrar-se sobre o modo como o objeto é dado, procurando determinar os traços próprios da imagem enquanto imagem. “É o ato reflexivo que permite o julgamento “eu tenho uma imagem”.” (Sartre, 1996:15).

Segundo Sartre, a consciência imaginante cria imagens associadas àquelas já conhecidas, isto é, a imagem é formada de acordo com toda a informação e conhecimento já extraídos do objeto pela via da percepção. A consciência imaginante não apreende, assim, nada para além daquilo que nós podemos absorver do objeto em questão, durante a percepção.

Produzir em mim a consciência imaginante de Pierre é fazer uma síntese intencional que reúne em si uma série de momentos passados, que afirma a identidade de Pierre através dessas diversas aparições (...) Essa consciência imaginante pode ser dita representativa no sentido de que vai buscar seu objeto no terreno da percepção e de que visa os elementos sensíveis que a constituem. (Sartre, 1996:27-30)

Ao contrário da percepção, que coloca o objeto como existente, na medida em que opera sobre o real, na consciência imaginante o objeto é colocado como inexistente, o que significa que o imaginário entra em rutura com o real. Porém, os dois mundos, o real e o imaginário, são constituídos pelos mesmos objetos. O que os distingue é a atitude da consciência. Como Sartre refere:

(...) quer eu perceba, quer eu imagine essa cadeira, o objeto de minha percepção e o de minha imagem são idênticos: é a cadeira de palha na qual estou sentado.

Simplemente a consciência se *relaciona* com essa mesma cadeira de dois modos diferentes. (Sartre, 1996:19; destaques do autor)

O objeto apresentado pela consciência imaginante apresenta-se, assim, como ausente, ou seja, nós podemos fazê-lo aparecer na nossa mente sem que o tenhamos diante de nossos olhos. Porém, apesar de a imagem existir e se apresentar para o sujeito como uma realidade presente, essa realidade não pode ser confundida com a realidade física, a realidade da sensação. A imagem é, igualmente, um tipo de realidade, só que de outra natureza.

Ou seja, o tipo de existência do objeto imaginado, *na medida em que é uma imagem*, difere em natureza do tipo de existência do objeto apreendido como real. E, claro, se formo agora a imagem de Pierre, minha consciência imaginante encerra uma certa posição da existência de Pierre enquanto ele está, neste mesmo momento, em Berlim ou em Londres. Mas, na medida em que ele *aparece-me como imagem*, esse Pierre que está em Londres *aparece-me como ausente*. (Sartre, 1996:235; destaques do autor)

Pode-se dizer que a consciência imaginante coloca o seu objeto como um nada. Segundo Sartre, por mais viva, tocante ou forte que uma imagem possa ser, “ela dá o seu objeto como não sendo” (Sartre, 1996:28). Assim, o objeto imaginado é uma espécie de “nada ser”. No entanto, o autor alerta para o erro de se confundir a “nadição” com o aniquilamento, visto que não se trata de “destruir” o objeto. O objeto imaginado existe e “é *um certo tipo de consciência*. A imagem é um ato e não uma coisa. A imagem é consciência de alguma coisa.” (Sartre, 2008:137; destaques do autor).

A perspectiva de Sartre sobre o imaginário vai ao encontro da tese já defendida por Kant, que se refere à imaginação como “a faculdade de representar um objeto, mesmo sem a presença deste na intuição” (Kant, 2001:151; destaques do autor). Para Kant essa capacidade de tornar presente algo que está ausente, que implica a retenção do que já passou, confere à imaginação um caráter temporal. Isto é, na medida em que o imaginário remete o sujeito para um objeto ausente que foi anteriormente percebido, a consciência imaginante está vinculada à memória. Porém, é importante distinguir entre imaginação e recordação. Segundo Sartre, quando um sujeito recorda um acontecimento passado, a sua consciência não imagina, simplesmente visa pela recordação um acontecimento real passado.

Se evoco um acontecimento de minha vida passada, não o imagino, *lembro-me* dele. Ou seja, não o coloco como *dado ausente*, mas como *dado-presente no passado*. (...) E, quando quero apreendê-lo de novo, eu o visio *onde está*, dirijo minha consciência para esse objeto passado que é o *ontem* e, no seio desse objeto, reencontro o acontecimento que procuro (...). (Sartre, 1996:236; destaques do autor)

Enquanto o objeto percebido está fora de nós, o objeto imaginado é totalmente dependente de nossa consciência: é ela que lhe dá “vida” e que o faz desaparecer, se assim o desejar. Neste sentido, as imagens estão desprovidas de qualquer determinação de espaço e tempo: o imaginário constitui-se numa unidade de espaço-tempo própria e irreal. As imagens nascem, desenvolvem-se e desaparecem segundo leis que lhes são próprias, pelo que não se pode confundir essa vida da “(...) consciência imaginante, que dura, se organiza, se desagrega, com a do objeto dessa consciência, que, durante esse tempo, pode muito bem ficar imutável.” (Sartre, 1996:20).

A imagem, apesar de estar presente para o sujeito, mantém-se fora do seu alcance, uma vez que surge como que “desenhada no vazio”. Assim, a sua manipulação depende da irrealização do próprio sujeito:

Não posso tocá-lo, não posso mudá-lo de lugar- ou melhor, posso sim, mas com a condição de fazê-lo irrealmente, de renunciar a servir-me de minhas próprias mãos, para recorrer a mãos fantasmas (...) para agir sobre estes objetos irrealis, é preciso que eu me desdobre, que me *torne irreal*. (Sartre, 1996:166; destaques do autor)

O objeto da consciência imaginante não participa, portanto, da atividade do mundo real. Com a mesma espontaneidade com que surge, desaparece, no momento em que o sujeito deixa de imaginar. Esta noção de espontaneidade é uma das características mais importantes da consciência imaginante. Ser espontâneo é não estar condicionado e não estar condicionado é ser livre. Compreende-se, assim, que para uma consciência poder imaginar é necessário que se “desate” do mundo real, “numa palavra: ela precisa ser livre” (Sartre, 1996:240). De acordo com Sartre “(...) o ato de imaginação, como acabamos de ver, é um ato mágico. É um encantamento destinado a fazer aparecer o objeto no qual pensamos, a coisa que desejamos, de modo que dela possamos tomar posse.” (Sartre, 1996:165).

A vida imaginária pode ser, portanto, considerada de extrema relevância para a existência do ser humano. Ao imaginar o ser humano cria um mundo *irreal* “povoado” com os *objetos ausentes* que a sua memória guarda. São *aparições* espontâneas que surgem desenhadas no vazio e cuja manipulação depende, igualmente, da *irrealização* do próprio “criador”, uma capacidade essencial para o domínio da Geometria Descritiva.

1.4. Os novos Media e o Ensino

Cada vez mais se verifica que, com as novas tecnologias, a informação a que os alunos têm acesso fora da escola é tão extensa e atrativa que para eles se torna desagradável frequentar aulas do tipo tradicional, onde o professor se limita a transmitir o conhecimento de forma clássica.

Na perspetiva de Ricardo Viadel (2005), os avanços tecnológicos são a base de mudanças nas sociedades pós-industriais, que se manifestam nas formas de conviver, interagir, trabalhar e de aprender, pelo que os jovens alteraram igualmente as formas de adquirir o conhecimento. O professor, como mediador da informação e do conhecimento, deverá ser sensível a estas alterações, procurando explorar as diferentes e novas potencialidades oferecidas pelos avanços tecnológicos.

São vários os autores que sublinharam a importância pedagógica e didática da utilização das novas tecnologias no ensino. Segundo Viana (2007) e Richard Arends (2008), o professor deverá, cada vez mais, trabalhar no sentido de utilizar materiais didáticos diversificados e inovadores, recorrendo às novas tecnologias - onde as apresentações em multimédia, por exemplo, são muitas vezes mais interessantes e eficazes do que algumas palavras escritas no quadro - em prol de um ensino-aprendizagem mais eficaz e produtivo, de modo que os alunos interiorizem os conteúdos lecionados e os saibam aplicar a novas situações.

Na perspetiva de Rosângela Veloso e António Sá (2009), a introdução do computador nas escolas originou uma revolução na educação, na medida em que começou a ser usado para simular a actividade existente na sala de aula, o que alterou as atuais concepções do ensino e da aprendizagem. Atualmente, o leque de finalidade do uso do computador nas escolas é tão vasto e variado que deu já origem a uma série de aplicações educativas que pretendem encaminhar os utilizadores para a concretização dos seus próprios objetivos e aprendizagem.

Contudo, esta revolução no ensino tem sido alvo de questões acerca da idade ideal para a introdução de *softwares* didáticos, considerando o estágio de desenvolvimento cognitivo das crianças, por parte de vários investigadores e agentes de educação.

Para os entusiastas a introdução do computador em ambiente educativo deverá ocorrer o mais cedo possível, visto que o uso do computador e do *software* é um “estimulador cognitivo”, que leva rapidamente a criança a atingir o pensamento formal. Porém, algumas perspetivas ainda consideram as novas tecnologias uma ferramenta contra a criatividade e um substituto da realidade, que pode levar a uma desumanização do processo de ensino-aprendizagem limitando a real evolução da criança (Freire, 2009).

Colleen Cordes e Edward Miller (2000) destacam que o uso das novas tecnologias na educação pode fomentar o sedentarismo (aliado da obesidade), na medida em que acaba por conter e limitar a prática de atividades físicas, inibindo a experimentação do meio, sendo, consequentemente, considerado como um estímulo a diversos tipos de lesões físicas. Os principais riscos do uso das novas tecnologias apontados pelos autores são, a inibição de pestanejar e a dificuldade em focar e coordenar os dois olhos, tendo em conta que, habitualmente, este tipo de capacidades já estão desenvolvidas por volta dos 11 - 12 anos. O uso contínuo dos computadores, em tenra idade, pode portanto, segundo Cordes e Miller (2000), contribuir para a um atraso no desenvolvimento do sistema visual da criança.

No entanto, os novos *media* permitem uma série de outros usos e retribuições para além do propósito em contexto educativo. Segundo a Teoria dos Usos e Gratificações (Katz et al, 1973-74), existe um complexo grupo de fatores envolvidos no processo de interação dos indivíduos com uma determinada tecnologia, que fomentam influências a nível individual e coletivo. De acordo com esta teoria, que explora porquê e como são usados os novos *media* pelas audiências, estas são ativas, na medida em que usam a informação adquirida para seu próprio prazer, ou seja, usam-na ao invés de serem usadas. Neste sentido, entende-se que as audiências são livres de rejeitar ou usar as informações, consoante as suas necessidades. As principais necessidades identificadas por parte das audiências registam-se ao nível da obtenção de informação, integração e interação social, de identidade e de entretenimento. Posto isto, na perspectiva da Teoria dos Usos e Gratificações, o consumo que as audiências fazem dos *media* é importante e lucrativo na medida em que as ajuda em questões como a satisfação emocional, relaxamento, construção da identidade individual e da sociedade, violência e, por último mas não menos importante, de aprendizagem.

Neste sentido, urge a necessidade da sensibilização da sociedade para a influência que o computador pode ter sobre quem o utiliza e os benefícios para a aprendizagem, sendo fundamental a aposta na literacia mediática para todos os intervenientes no processo educativo.

Todavia, a crescente utilização das novas tecnologias no contexto educativo, têm conseguido levar a escola e os contextos de aprendizagem formal a aderir às mais recentes tendências que os *media* vêm apresentando ao nível da educação informal, com cenários cada vez mais diversificados, cujo objectivo é o de facilitar o ensino-aprendizagem dos conteúdos.

1.4.1. O Ambiente Virtual

O ser humano, na relação com o seu meio ambiente, procura conhecer, agir, comunicar, transformá-lo e transformar-se. Dispõe, para tal, de diversos recursos naturais, como os sentidos - para perceber e conhecer -, o gesto e a voz - para agir e comunicar, dando-se a conhecer. A natureza destes meios é o resultado de uma longa interação entre o ser humano em constituição e o seu meio ambiente, social e material. Ao longo dos séculos, o ser humano tem vindo a procurar novas e melhores formas de comunicação, com novos e mais eficazes meios de transmitir aos outros as suas ideias. Com a descoberta da tecnologia e da máquina o ser humano prolongou-se e a sua relação com o meio ambiente transformou-se extraordinariamente, instaurando-se uma dualidade de interações - entre o homem e a máquina, e entre a máquina e o meio ambiente. Segundo Claude Cadoz (1997), visto que a máquina se interpõe na quase totalidade dos atos do ser humano com o meio ambiente, este procura agora atribuir-lhe um estatuto especial:

Ao mesmo tempo que a utiliza como meio de interação com o mundo real, [o ser humano] quer que ela [a máquina], nessa mesma função, se comporte como uma representação com a qual possa estabelecer relações perfeitamente idênticas às que manteria com o seu ambiente natural, com a ajuda dos seus meios naturais. (Cadoz, 1997:85)

A tecnologia dos computadores tem evoluído a uma velocidade assinalável, pelo que se compreende que existam razões para nos entusiasmos. Porém, apesar de existirem domínios em que o computador é já milhões de vezes mais performante do que o ser humano, existem outros milhares de domínios em que é biliões de vezes mais incapaz. Por outro lado, a representação absoluta, garantindo a identidade total entre o representante e o representado, é impossível. Ao tomar um objeto por outro, nada nos garante que não eliminámos uma diferença oculta, pelo que a única representação absoluta de um objeto é o próprio objeto (Cadoz, 1997).

No entanto, com o advento da simulação computacional e a proliferação dos modelos digitais ultrarrealistas, interativos e cada vez mais complexos, a certeza de que os modelos não passavam de representações do real, sendo meros produtos da atividade simbólica humana, foi-se dissipando para alguns autores. De acordo com Baudrillard, em *Simulacros e Simulação* (1991), a nossa sociedade tornou-se profundamente dependente de modelos e mapas que perderam todo o contato com o mundo real que, outrora, precedeu o mapa. A própria realidade começou, meramente, a imitar o modelo, que agora precede e determina o mundo real:

A simulação já não é a simulação de um território, de um ser referencial, de uma substância. É a geração pelos modelos de um real sem origem nem realidade: hiper-real. O território já não precede o mapa (...) é agora o mapa que precede o território - precessão dos simulacros - é ele que engendra o território (...). (Baudrillard, 1991:8)

De acordo com o autor, quando se fala de simulação e simulacros pós-modernos, “(...) já não se trata de imitação, nem de dobragem, nem mesmo de paródia. Trata-se de uma substituição no real dos signos do real (...)” (Baudrillard, 1991:9), isto é, de uma operação de dissuasão do real pelo seu duplo operatório, a máquina, programática e impecável, que oferece todos os signos do real.

Porém, como defendido por diversos autores, inovação não significa, necessariamente, substituição do antigo pelo novo. Nesta perspetiva, as novas tecnologias não irão substituir as tecnologias já existentes mas complementá-las, possibilitando um olhar renovado sobre o antigo.

Pierre Lévy, na sua obra *O que é o virtual?* (1996), ao contrário de Baudrillard (que vê no virtual o esvaziamento do real e o fim da comunicação, na medida em que a sua expansão se dá às custas do real que, por sua vez, se “desertifica”), percebe o virtual como a prática da criatividade e a garantia da permanência dos processos comunicacionais. Enquanto Lévy vê a sociedade virtual como um universo em expansão, para Baudrillard estamos perante um universo que se contrai e implode. Para Baudrillard, o virtual significa o fim do sentido. Por outro lado, para Lévy, o virtual é a criação de novos sentidos. Deste modo, constata-se que a perspetiva de Lévy, sobre a evolução das novas tecnologias e o aparecimento de novos *media*, vai ao encontro da teoria da *Remediação* de Jay Bolter e Richard Grusin, apresentada em *Remediation: Understanding New Media* (2000).

Segundo Bolter e Grusin o conceito de *remediação* diz respeito a uma relação entre os novos e os antigos *media*. É o processo de renovação dos meios de comunicação tradicionais pelos novos, permitindo a permanência de uma ligação entre ambos, visto que os novos *media* derivam dos *media* anteriores – herdando as características dos seus antecessores, reconfigurando-as e adaptando-as ao contexto atual da sociedade. Os novos *media* não são, portanto, inteiramente novos, uma vez que dependem dos seus antecessores. *Remediação* é a ligação imprescindível entre o passado e o presente, sendo portanto considerada pelos autores a característica definidora dos novos *media*. Quando uma forma de mediação é remediada por outra é sempre criada uma linha de continuidade, pelo que os *media* tradicionais nunca deixam de estar presentes:

(...) remediation offers us a means of interpreting the work of earlier media as well. Our culture conceives of each medium or constellation of media as it responds to, redeploys, competes with, and reforms other media. In the first instance, we may

think of something like a historical progression, of newer media remediating older ones and in particular of digital media remediating their predecessors. (Bolter e Grusin, 2000:55)

Os novos *media* são, portanto, herdeiros de uma tradição histórica, revelando mais continuidade que rutura. Na realidade, constata-se que ao longo da história cada novo *media* assenta num outro pré-existente, remediando-o, como aconteceu com a fotografia que remediou a pintura – representa igualmente uma imagem mas de forma automática. Como referem Bolter e Grusin “(...) [new media present] themselves as refashioned and improved versions of other media. Digital visual media can best be understood through the ways in which they honor, rival, and revise linear-perspective painting, photography, film, television, and print.” (Bolter e Grusin, 2000:15).

Com a era digital veio o computador, uma máquina capaz de simular todos os outros meios de comunicação. Neste único dispositivo conseguimos obter as funções do telefone, da rádio e da televisão - por outro lado, nenhum destes meios desapareceu ou sofreu uma aglutinação. Esta é uma novidade sem precedentes na história da mediação e a imagem exclusiva do computador. Porém, o computador é uma máquina cujos limites da sua capacidade e evolução ainda não foram encontrados.

Howard Rheingold, com a sua obra *Realidade Virtual* (1997), tornou-se o autor de um dos livros mais conhecidos sobre esta tecnologia revolucionária, a Realidade Virtual. No seu livro, esta é descrita como a criadora de mundos artificiais, através de computadores e dispositivos eletrónicos sofisticados, que promete transformar a sociedade. Sem dimensão espacial ou temporal, a Realidade Virtual é um mundo onde nada passa e nada fica. Tudo coexiste sem passado e sem futuro, num presente infinito que, embora exija suportes físicos, não possui, de facto, um lugar. Como refere Lévy, “Quando uma pessoa, uma coletividade, um ato, uma informação se virtualizam, eles se tornam “não-presentes”, se desterritorializam. Uma espécie de desengate os separa do espaço físico ou geográfico ordinários e da temporalidade do relógio e do calendário.” (Lévy, 1996:9).

Neste sentido, no uso corrente muitas pessoas utilizam a expressão “virtual” para designar algo que não existe, algo fora da realidade e que se opõe ao real. Enquanto o real está na ordem do “tenho”, o virtual fica-se pela ordem do “terás”, referindo-se a uma espécie de ilusão. Porém, Lévy esclarece-nos que o virtual, embora seja independente da dimensão espaço-temporal, não se opõe ao real e sim ao atual. Segundo o autor, o virtual vem do latim medieval “virtualis”, derivado por sua vez de “virtus”, força, potência; e citando o exemplo da árvore e da semente, este explica que toda a semente é potencialmente uma árvore, isto é, embora não exista em ato existe em potência. Assim, o conceito de virtual não

se opõe ao real, podendo até ser considerado parte deste, na medida em que faz referência a uma noção vital do real: a da virtude, da potência.

A concepção da primeira aplicação de Realidade Virtual coube a um cineasta, em 1955, mas, o termo Realidade Virtual só surgiu na década 1980, com Jaron Lanier. Os desenvolvimentos que deram origem aos sistemas de Realidade Virtual começaram nos Estados Unidos, com as primeiras tentativas de construção de simuladores de voo (António Netto et al, 2002:6-8). Porém, devido ao elevado custo e restrições tecnológicas, a Realidade Virtual manteve por vários anos a sua aplicação praticamente restrita a jogos de computador, pelo que, até há pouco tempo, era considerada uma tecnologia de puro entretenimento, desprovida de qualquer carácter científico. De acordo com Lurdes Camacho (1999) esta concepção não corresponde à realidade, visto que muitos jogos - nomeadamente os de computador, quer na área da utilização quer, sobretudo, na da concepção, aptidões e conhecimentos - se situam mais na área do saber científico do que do entretenimento. Atualmente a situação está substancialmente diferente e, em alguns países, através da divulgação realizada por especialistas junto do público e dos *media*, a Realidade Virtual tornou-se praticamente uma moda. Com o notável avanço tecnológico e a propagação da indústria de computadores, a Realidade Virtual tornou-se numa ferramenta de grande utilidade e relevância em diferentes áreas do conhecimento, indo do entretenimento à medicina, passando pela educação, pela arte e por grandes setores industriais.

1.4.1.1. Imersão e Interatividade

Existe uma extensa quantidade de definições sobre a Realidade Virtual mas, de um modo geral, todas se referem a uma experiência imersiva e interativa, baseada num ambiente gerado em tempo real pelo computador, ou seja, um ambiente simulado. Imerso nesse ambiente, o utilizador pode visualizar, interagir, explorar, navegar em todas as direções, voar e, até mesmo, alterar as proporções físicas da simulação, reduzindo e aumentando as dimensões de si próprio e dos objetos. Ao interagir com a simulação, obtém, portanto, respostas que desencadeiam novas ações (Cadoz, 1997:13). Como se pode constatar, quando se fala de Realidade Virtual é inevitável referir os conceitos de imersão e interatividade. Estes dois fatores são indispensáveis para o sucesso de qualquer experiência num ambiente virtual – a imersão pelo seu poder de prender a atenção do utilizador e a interatividade no que diz respeito à comunicação utilizador-sistema. Sem ambos torna-se impossível haver qualquer tipo de envolvimento por parte do utilizador. Como refere Marie-Laure Ryan (1994), é a conjugação dos dois fatores que permite a existência do efeito ‘telepresença’:

Telepresence is the extent to which one feels present in the mediated environment, rather than in the immediate physical environment... This [mediated environment] can be either a temporally or spatially distant **real** environment... or an animated but nonexistent **virtual world** synthesized by a computer. (Steuer apud Ryan, 1994:2; destaques do autor)

Segundo Netto et al (op. cit), a definição de Realidade Virtual passa por três requisitos – *imersão, interação e envolvimento*.

De acordo com Ryan, até ao surgimento dos computadores era a arte a grande detentora do poder de criar a sensação de imersão, nomeadamente a literatura: “For centuries, books have been the cutting edge of artificial reality. Think about it: you read words on a page, and your mind fills in the pictures and emotions—even physical reactions can result.” (Wodaski apud Ryan, 1994:4).

Porém, atualmente o conceito de imersão surge maioritariamente associado à Realidade Virtual. A imersão é a sensação que o utilizador desenvolve através da interação com o ambiente virtual e que lhe permite estar mais ou menos inserido na simulação. Pode ser proporcionada através de múltiplos canais sensoriais pelo que existem mecanismos destinados a captar cada um dos sentidos do ser humano, como o capacete de visualização, as luvas, entre outros. Já a interação com um ambiente virtual a partir de equipamentos como o monitor, o teclado e o rato tem sido considerada não imersiva. Contudo, atualmente, as fronteiras entre as duas conceções de realidade virtual vigentes – imersiva e não-imersiva – estão mais ténues. Segundo Maria Amoretti e Liane Tarouco (2002), os limites entre estes dois tipos de realidade virtual têm-se vindo a esbater, pelo que a expressão “realidade virtual” pode, atualmente, ser usada sem que o utilizador esteja completamente imerso no ambiente. A realidade virtual denominada de *stricto sensu* refere-se àquela em que os equipamentos envolvidos permitem que o utilizador se sinta completamente imerso no mundo virtual. Já a realidade virtual *latu sensu* dispensa o uso desse tipo de recursos sem, contudo, eliminar a possibilidade de imersão. Assim, na opinião dos autores, a classificação da realidade virtual baseada na distinção entre realidade virtual imersiva e realidade virtual não-imersiva “(...) não é adequada, porque o critério da “imersão” ou da “não-imersão” não é pertinente.” (Amoretti e Tarouco, 2002:92). A imersão pode ocorrer nos dois tipos, variando somente em nível, conforme o aparato tecnológico utilizado. Desta forma, o que hoje é chamado de Realidade Virtual Imersiva será a que possibilita uma maior imersão do utilizador no ambiente, enquanto que a Realidade Virtual Não Imersiva é a que possibilita menor imersão. A imersão, contudo, é um conceito que implica estar em atividade, pelo que o grau de imersão também depende da capacidade que o próprio utilizador tem de se integrar no ambiente, o que implica vontade e atenção (a qual também admite níveis), sendo a sensação de imersão, portanto, ainda mais restrita.

A interação, segundo Netto et al, diz respeito aos dispositivos que permitem ao utilizador a movimentação e manipulação de objetos no mundo virtual, estabelecendo uma conexão entre as suas ações e os objetos do ambiente virtual. Resume-se, portanto, à capacidade de um computador detetar e reagir aos comandos de entrada emitidos pelo utilizador, ou seja, de responder aos estímulos externos com modificações, em tempo real, do ambiente virtual. Ao movimentar os seus pontos de vista, o utilizador obriga o sistema a criar, em tempo real, novas imagens que correspondam às novas perspetivas decorrentes da sua movimentação; desta forma, o ambiente virtual tem que possuir uma dinâmica própria que lhe permita, ao captar os gestos ou indicações do utilizador, responder de forma adequada, construindo novas imagens correspondentes aos novos pontos de vista. O processamento do mundo virtual em tempo real é um aspecto fundamental para a sensação de imersão de que o utilizador deve usufruir ao interagir com ele. Sem as imediatas respostas do sistema às ações do utilizador, a sensação de imersão no ambiente virtual ficará comprometida, pelo que se pode dizer que “(...) quanto mais interativo é o mundo virtual, mais imersiva é a experiência” (Ryan, 1994:12). A interação é, assim, o requisito que mais influencia a atenção e motivação do utilizador; sem uma boa simulação, tanto a imersão como o envolvimento ficam comprometidos. Este último, por sua vez, divide-se, segundo Netto et al, em dois tipos - o envolvimento passivo e o ativo. O envolvimento passivo refere-se ao envolvimento numa tarefa não interativa como, por exemplo, assistir a um filme; já o envolvimento ativo refere-se a uma tarefa interativa, como um jogo. A Realidade Virtual tem potencial para proporcionar estes dois tipos de envolvimento, na medida em que dispõe de diversos dispositivos com diferentes finalidades.

A utilização dos dispositivos de interação e imersão na Realidade Virtual está diretamente associada aos aspetos cognitivos, visto estimular os sentidos do utilizador. Netto et al classificam-nos em dois grupos: os de entrada e os de saída. Os dispositivos de entrada são os responsáveis pelo envio da informação das interações do usuário ao sistema. Sem estes a participação do usuário na experiência é meramente passiva. Já os dispositivos de saída são os que possibilitam ao utilizador o acesso ao mundo virtual. Estes visam estimular os sentidos do utilizador através das respostas do sistema, podendo ser classificados como visuais, auditivos e físicos. Os dispositivos visuais, pelo facto de uma grande parte do cérebro ser dedicada ao processamento das imagens, têm uma forte influência no nível de imersão do utilizador.

Existem várias técnicas para se conseguir a sensação de imersão e interação, cada uma oferecendo um diferente grau de imersão e envolvendo diferentes sentidos, pelo que é importante escolher o dispositivo mais adequado para o objetivo da simulação em questão e

do público a quem se destina. No entanto, permanece uma importante questão a respeito da natureza da própria simulação:

(...) o que representam os mundos virtuais criados pelos computadores? Constituem eles uma representação literal da realidade, isto é, uma tentativa de reconstrução literal do mundo físico ou, pelo contrário, tentam representar essa mesma realidade mas de forma abstrata e/ou simbólica? (Camacho, 1999:155)

Para alguns autores a Realidade Virtual deve, tanto quanto possível, mimar o mundo real, constituindo a imitação da realidade física não apenas um elemento a ter em conta na construção do mundo virtual mas, o seu principal objetivo. Em algumas situações a reconstituição do mundo físico é, não apenas desejável mas, sobretudo, necessária. Porém, noutros casos, uma representação abstrata da realidade pode ser não apenas suficiente mas, também a situação mais adequada. Neste sentido, a representação literal ou simbólica da realidade depende igualmente, e acima de tudo, dos objetivos da simulação e do público a quem se destina (Camacho, 1999:155-157).

Capítulo 2 – Estudo de Caso

2.1. Amostra do estudo

A amostra deste estudo corresponde à turma do 11º ano de escolaridade que frequenta a disciplina de Geometria Descritiva, na Escola Secundária de Caneças, lecionada pelo Professor Luís Cardoso. Esta amostra compreende um total de vinte e um (21) alunos, dos quais dezanove (19) são do Agrupamento de Artes Visuais e dois (2) do Agrupamento de Ciências e Tecnologias. Dentro do conjunto de alunos de Artes Visuais três (3) estão a repetir a disciplina pela primeira vez e seis (6) a repeti-la pela segunda ou mais vezes. Desta forma, a turma encontra-se na faixa etária dos 15 aos 19 anos, apresentando uma média de idades de aproximadamente 17 anos, o que revela, igualmente, diferentes experiências no que respeita ao contacto com a disciplina de Geometria Descritiva. Dos vinte e um (21) alunos, treze (13) são do sexo masculino e oito (8) do sexo feminino.

Relativamente ao aproveitamento à disciplina, dezasseis (16) alunos vêm do 10º ano de escolaridade com nota positiva, destacando-se pela positiva os dois (2) alunos do Agrupamento de Ciências e Tecnologias, ambos com 20 valores. Contudo, no 1º período do 11º ano os resultados obtidos pela turma revelaram-se, no geral, menos satisfatórios. É importante salientar que um número significativo de alunos da amostra apresentada revela sérias dificuldades no domínio das aprendizagens base que fazem parte dos conteúdos curriculares do 10.º ano, essenciais ao desenvolvimento dos conteúdos curriculares referentes ao 11.º ano da disciplina.

No que respeita ao comportamento da turma no decorrer das aulas de Geometria Descritiva, embora existam situações pontuais de comportamento incorreto provenientes de alguns alunos, que tendem a dificultar a concentração e aquisição dos conteúdos por parte dos restantes colegas, este pode considerar-se globalmente satisfatório. Contudo, destaca-se uma falta de atenção e um desinteresse quase geral na disciplina, o que dificulta o curso normal das aulas.

Os hábitos de trabalho da turma são, de um modo geral, fracos, notando-se um incumprimento no que concerne à realização dos trabalhos de casa. É ainda significativa a falta de interesse no que respeita a marcar presença nas aulas de apoio, facultadas pelo professor da disciplina nas horas vagas no horário semanal da turma. No entanto, é importante destacar a existência de alguns casos de interesse, empenho, persistência e trabalho.

2.2. Sequenciação e Procedimentos

2.2.1. Fase Exploratória

A recolha de dados para este estudo consistiu na realização de duas entrevistas, uma ao docente envolvido no projeto e outra aos alunos que constituem a amostra.

Primeiramente foi realizada a entrevista inicial ao docente (Anexo I) que teve como principal objetivo conhecer a sua receptividade quanto ao recurso a ambientes virtuais nas aulas de Geometria Descritiva, assim como a sua expectativa quanto à viabilidade desta iniciativa no processo de ensino-aprendizagem da disciplina.

Com a aprovação do órgão de gestão da escola e do docente da disciplina deu-se então continuidade ao estudo com a realização de uma entrevista aos alunos envolvidos no projeto (Anexo II).

Com esta entrevista pretendeu-se essencialmente conhecer as capacidades de imaginação dos alunos e a necessidade de visualização perspetiva, de utilização de modelos tridimensionais e de recurso a ambientes virtuais sentida por estes na compreensão dos conteúdos da disciplina. Por outro lado, revelou-se igualmente pertinente conhecer a experiência prévia, receptividade e expectativas dos alunos quanto à utilização e viabilidade do recurso a ambientes virtuais no processo de ensino-aprendizagem de Geometria Descritiva.

2.2.2. Fase Operacional

Nesta fase foram elaborados e devidamente aprovados, pelo professor da disciplina, os recursos pedagógicos para posterior aplicação nas aulas por mim a lecionar, estando previamente definidos os conteúdos em questão e a calendarização dos mesmos.

Com recurso ao *software* “AutoCAD 3D” foram construídas animações com a solução tridimensional dos exercícios a realizar pelos alunos ao longo das aulas, com o objetivo de serem postas à sua observação durante a resolução dos mesmos (Anexo III e CD em anexo). Os conteúdos programáticos em causa foram, portanto, lecionados com o auxílio de um ambiente virtual que mostrou aos alunos as situações espaciais que lhes foram propostas imaginar e compreender para, posteriormente, as traduzirem para uma representação sistemática, ou seja, para o suporte bidimensional. No fim de cada animação foi exibida uma perspetiva da situação espacial apresentada, que correspondia a um

determinado *frame* da animação, com a marcação dos principais pontos constituintes das figuras ou sólidos apresentados (Anexo IV e CD em anexo).

As aulas lecionadas com o recurso ao software “AutoCAD 3D” ocorreram durante o 2º período do ano letivo 2013/14 e corresponderam à unidade didática “Sombras”, lecionada ao longo de 14 blocos de 90min.

2.2.3. Balanço dos Intervenientes

Para o balanço desta actividade, e depois de terminada a unidade lecionada, foram realizadas duas entrevistas, uma ao docente envolvido no projeto (Anexo V) e outra aos alunos que constituem a amostra (Anexo VI).

A entrevista realizada ao docente teve como principal objetivo recolher a sua avaliação das animações apresentadas durante as aulas e o seu parecer quanto ao contributo dos ambientes virtuais no processo de ensino-aprendizagem de Geometria Descritiva.

Para finalizar, foi colocada uma questão dedicada a uma hipotética utilização futura dos ambientes virtuais nas aulas de Geometria Descritiva, visando aferir o interesse despertado pela experiência.

Com a entrevista colocada aos alunos, pretendeu-se principalmente perceber se durante as aulas estes se sentiram auxiliados pelas animações, no que respeita à imaginação das situações propostas, e se esta capacidade se revela agora mais desenvolvida.

Foi colocada, também, uma questão sobre os diferentes recursos utilizados no ensino da disciplina – representações perspéticas, modelos tridimensionais e ambientes virtuais – com o intuito de compreender as vantagens e desvantagens de cada um na opinião dos alunos.

Com esta entrevista procurou-se ainda, e tal como na entrevista colocada ao docente, recolher as suas avaliações quando às animações visualizadas durante as aulas e os seus pareceres quanto à viabilidade do recurso aos ambientes virtuais no processo de ensino-aprendizagem de Geometria Descritiva.

Este é um estudo de carácter qualitativo, sendo todas as entrevistas compostas por questões abertas.

2.3. Resultados

2.3.1. Resultados – Fase Exploratória

2.3.1.1. Entrevista ao docente

O professor Luís Cardoso mostrou-se de imediato disponível a colaborar neste estudo.

No que respeita às estratégias metodológicas adotadas em sala de aula, que promovam a capacidade de abstração dos alunos – nomeadamente os desenhos em perspetiva, os modelos tridimensionais e os ambientes virtuais - o docente entrevistado revela que, sempre que pertinente, recorre tanto aos desenhos em perspetiva, realizados no quadro tradicional, como aos modelos tridimensionais, considerando que estes se revelam uma importante ajuda na exposição da matéria, propiciando aos alunos uma melhor visualização no espaço e facilitando o processo de aprendizagem. O professor acrescenta, ainda, que os modelos tridimensionais utilizados podem ser tanto os sólidos disponíveis para o efeito como outros objectos do quotidiano presentes na sala de aula, como por exemplo a régua e o esquadro, ou a própria parede e o chão, fazendo sempre uma alusão aos planos de projecção e aos restantes elementos como retas e planos.

Apesar de conhecer alguns *softwares* que permitem criar espaços de natureza virtual o professor nunca os utilizou para o ensino da Geometria Descritiva devido à falta de tempo para o processo de aprendizagem demorado que estes programas exigem. Porém, considera que os ambientes virtuais têm potencial para se tornarem numa ferramenta eficaz na leção da Geometria Descritiva.

2.3.1.2. Entrevista aos alunos

Analisando pormenorizadamente as respostas dos alunos, foram tiradas as seguintes conclusões:

Dos vinte e um (21) alunos inscritos à disciplina, foram entrevistados dezoito (18) – onze (11) do sexo masculino e sete (7) do sexo feminino. As suas classificações no 1º período variaram entre os 20 e os 5 valores, mais concretamente, cinco (5) alunos com negativa e nove (9) com positiva. Os restantes não estavam inscritos à disciplina no 1º período pelo que não obtiveram avaliação.

Dos dezoito (18) alunos entrevistados, apenas dois (2) disseram recorrer sempre à imaginação pois têm facilidade em dominar essa capacidade, pelo que se sentem confiantes a fazê-lo. É importante ressaltar que ambos terminaram o 10º ano com 20 valores à disciplina. Do restante grupo cinco (5) disseram que, embora dependendo da matéria e da dificuldade dos exercícios, no geral sentem dificuldades em ver no espaço, ainda que se esforcem sempre para o fazer (Anexo VII - ver transcrição das respostas 1 e 2). Os restantes onze (11) alunos assumiram ter muitas dificuldades. Destes, apesar de reconhecerem a importância da visualização espacial, alguns admitem que raramente se esforçam para imaginar as situações propostas e que desistem com facilidade pelas extremas dificuldades sentidas, o que revela falta de motivação.

Relativamente à questão nº 3, só dois (2) alunos conhecem um ou outro *software* que permita criar espaços de natureza virtual mas, nenhum sabe trabalhar com eles. Quanto aos recursos “desenhos em perspectiva” e “modelos tridimensionais reais” percebe-se que, através das explicações dadas, os alunos que sentem mais facilidade em ver no espaço são os que também se sentem mais confiantes a desenhar perspetivas ou a usar modelos tridimensionais e vice-versa. Desta forma, os dois (2) alunos com facilidade em imaginar assumiram que não sentem necessidade de recorrer a estas opções, pelo que só o fazem em situações pontuais. Os alunos com mais dificuldades na visualização espacial, apesar de tentarem primeiramente ver no espaço, assumem que, nos seus casos, os desenhos em perspetiva e os modelos tridimensionais reais se revelam mais fáceis e esclarecedores do que a imaginação. Já os alunos com muitas dificuldades em ver no espaço responderam que, para além de raramente o tentarem fazer, também evitam desenhar perspetivas, revelando que esta opção frequentemente se torna confusa e dúbia, pelo que não se sentem confiantes a fazê-lo (Anexo VII – ver transcrição das respostas 3 e 4). Este receio é compreensível visto que, e de acordo com Descartes a representação perspética é imperfeita, na medida em que, muitas vezes, a correta representação do objeto pouco se assemelha à sua forma real, o que pode, eventualmente, perturbar ou equivocar a sua correta perceção (cf. supra 1.1.2.). Quanto às suas preferências a maioria dos alunos assume uma preferência pelos modelos tridimensionais reais, considerando-os mais fáceis de perceber. Porém, a maioria reconhece que estes são, de certa forma, limitadores, no que diz respeito à impossibilidade de ‘montar’ as situações propostas nos exercícios com todos os elementos incluídos, revelando-se, portanto, consciente do uso restrito deste recurso (cf. supra 1.1.3.2.) (Anexo VII – ver transcrição da resposta 5).

Relativamente à última questão, apesar da maioria dos alunos não conhecer nenhum *software* que permita criar espaços de natureza virtual, e mediante uma breve explicação da minha parte sobre as principais características destas ferramentas, todos compreenderam

as suas potencialidades no que respeita à estimulação da visualização espacial, pelo que a opinião de que a utilização destes recursos em sala de aula pode auxiliar no processo de ensino-aprendizagem da disciplina foi unânime.

2.3.2. Resultados – Fase Operacional

Sensivelmente a meio da totalidade das aulas lecionadas, apercebi-me de que uma das aprendizagens base, que fazem parte dos conteúdos curriculares do 10.º ano, sobre a qual muitos alunos continuavam a revelar incompreensão era a noção de “projeção horizontal” e “projeção frontal” que, conseqüentemente, os impedia de compreender a inevitável relação dinâmica e recíproca entre ambas, indispensável à criação de um plano de convergência e cruzamento de informação.

Até esse momento, as animações que haviam sido apresentadas seguiam todas o mesmo modelo, no que respeita ao trajeto da câmara que captava o vídeo – circular, em torno das entidades do respetivo exercício. Neste sentido, e com o objetivo de esclarecer as referidas noções e favorecer a sua abstração, elaborei novas animações cujo trajeto da câmara passou a incidir no movimento que corresponde ao exercício mental da passagem da “projeção horizontal” para a “projeção frontal” e vice-versa (Anexo VIII e CD em Anexo).

Na primeira aula em que este novo modelo de animação foi apresentado a reação dos alunos foi positiva, tendo alguns manifestado imediatamente preferência pelo novo modelo, considerando que este elucidava, de forma mais clara e direta, as noções de “projeção horizontal” e de “projeção frontal”. Porém, outros alunos – inclusivamente os que não revelavam dificuldades na compreensão dos conceitos base em questão - continuaram a preferir o primeiro modelo, pelo que optei por apresentar os dois nas aulas que se seguiram até ao término da unidade.

2.3.3. Resultados – Balanço dos Intervenientes

2.3.3.1. Entrevista ao docente

Depois de assistir às aulas lecionadas com recurso ao ambiente virtual, a avaliação do professor, no que diz respeito às animações apresentadas, foi positiva. Considerou-as claras e eficazes, referindo que, de um modo geral, estas facilitaram aos alunos a imaginação das situações espaciais estudadas. Não aponta nenhum ponto fraco e considera que a grande vantagem é o facto de permitir aos alunos comprovarem a relação entre a

representação sistemática dos exercícios no suporte bidimensional e a realidade espacial das figuras e dos sólidos em diferentes perspetivas.

Neste sentido, o docente entrevistado considera que o recurso ao ambiente virtual no processo de ensino-aprendizagem da Geometria Descritiva, tal como o próprio previa, é uma estratégia positiva para incentivar os alunos à visualização espacial dos exercícios e para despertar o seu raciocínio abstrato, face às informações obtidas através das animações.

No que respeita a uma hipotética utilização futura dos ambientes virtuais nas aulas de Geometria Descritiva, o professor refere que, apesar de se sentir motivado a explorar estas ferramentas para a sua futura utilização o processo de aprendizagem prolongado que estes *softwares* exigem continua a ser um obstáculo.

2.3.3.2. Entrevista aos alunos

A opinião de que a visualização espacial das operações propostas, no ambiente virtual, facilitou a imaginação das mesmas foi unânime entre a totalidade dos alunos. Todos responderam ter compreendido facilmente as animações apresentadas, considerando que o recurso foi uma mais-valia durante as aulas, tendo facilitado substancialmente a compreensão das posições dos objetos e das respetivas sombras. Porém, é de destacar a opinião dos dois (2) alunos que, na entrevista inicial – Fase Exploratória -, afirmaram não ter dificuldades na construção de um raciocínio abstrato. Estes afirmaram que, nos seus casos, não sentiram muita necessidade das animações como auxiliar, ou seja, consideraram que a *remediação* em causa (cf. supra 1.4.1.) não lhes foi especialmente útil, considerando-se capazes de concluir os exercícios com sucesso independentemente da sua visualização. Da mesma forma, estes assumem que já só em casos pontuais recorrem às perspetivas desenhadas ou aos modelos tridimensionais. Assim, e numa primeira conclusão, verifica-se claramente que estes dois (2) alunos do Agrupamento de Ciências têm uma capacidade de imaginação bastante desenvolvida, o que significa que se conseguem desprender do real, ou *irrealizar*, como enuncia Sartre (cf. supra 1.3.), passando para uma realidade abstrata de forma espontânea ou, pelo menos, com bastante facilidade, construindo um *mundo irreal* sobre o qual têm grande domínio, o que justifica os seus melhores resultados à disciplina desde o 10º ano. Contudo, pelo que puderam constatar durante as aulas, acreditam que este recurso contém muito potencial para despertar o raciocínio abstrato dos alunos que têm mais dificuldades (Anexo VII – ver transcrição da resposta 6).

Para o restante grupo, que afirmou, nas entrevistas iniciais, ter mais dificuldades, as animações visualizadas durante as aulas permitiram melhorar a noção de espaço ou ganhar

uma percepção do espaço que antes não tinham, esclarecendo algumas noções básicas que até então não percebiam ou que ainda suscitavam dúvidas, como o caso da “projeção horizontal” e da “projeção frontal” (Anexo VII – ver transcrição da resposta 7).

No que respeita à qualidade das animações, a avaliação de todos os alunos foi manifestamente positiva, considerando-as de uma simplicidade e clareza adequadas, o que as tornou eficazes. Contudo é de ressaltar o reparo de dois (2) alunos, que referiram, ainda no decorrer das aulas, algumas arestas de sólidos pouco perceptíveis em três animações (Anexo IX e CD em anexo). Ainda assim, creem que essa fragilidade não comprometeu a eficácia da animação.

Relativamente à questão nº 5, a opinião dos dezasseis (16) alunos que disseram ter dificuldades na construção de um raciocínio abstrato na entrevista inicial é unânime, tendo todos respondido positivamente: consideram que o seu raciocínio abstrato despertou, o que os torna mais confiantes e motivados e os leva a esforçarem-se mais para a imaginação das situações propostas nos exercícios, sem o auxílio das animações. Todos assumiram que ver no espaço se tornou mais fácil mas a maioria admite ainda dificuldades que reconhecem merecer muito esforço e persistência para ultrapassar.

Comparativamente entre o ambiente virtual e os recursos materialmente construídos todos consideraram que o ambiente virtual, no geral, é mais vantajoso, sendo apontado como ponto forte o facto de este permitir simular construções tridimensionais mais complexas que podem ser observadas de todos os ângulos, ao contrário do que acontece com os modelos tridimensionais reais. Porém, todos reconheceram que uma vantagem dos modelos tridimensionais perante o ambiente virtual é o facto de ser real e, consequentemente, palpável. No que respeita às perspetivas desenhadas não foram apontadas vantagens face ao ambiente virtual. Portanto, todos reconheceram as principais vantagens do ambiente virtual comparativamente aos restantes recursos. Porém, no que respeita às perspetivas desenhadas a ‘indiferença’ dos alunos pode significar que não lhe reconhecem o devido valor, enquanto “modo de pensar com o lápis”, como refere Bensabat (cf. supra 1.1.2.).

Todos concordaram que o ensino da Geometria Descritiva poderá beneficiar muito dos ambientes virtuais, devendo ser uma estratégia de ensino adotada por todos os professores da disciplina. Porém, uma questão importante a ressaltar, que três (3) alunos reconheceram – inclusive os dois (2) alunos sem dificuldades na construção de um raciocínio abstrato -, é que, apesar das potencialidades do ambiente virtual, este só irá efectivamente auxiliar os alunos que se esforçarem para alcançar um raciocínio abstrato independente das animações, isto é, que consigam aproveitar o despertar que o ambiente virtual proporciona para, por si próprios, conquistarem e desenvolverem, gradualmente, a

capacidade de abstração, o que exige esforço, persistência e dedicação (Anexo VII – ver transcrição das respostas 8 e 9). Neste sentido, estes três (3) alunos entendem que este auxiliar não deverá acompanhar os dois anos em que é lecionada a disciplina, devendo apenas ser disponibilizado no estágio inicial da aprendizagem e retirado de forma gradual, à medida que os alunos forem ganhando autonomia na capacidade de imaginação. Recorde-se como, no programa da disciplina, Xavier et al defende este princípio (cf. supra 1.1.2.), pelo que esta conclusão, que os próprios alunos retiraram da experiência que lhes foi proporcionada, é de merecido destaque.

2.4. Limitações e condicionantes do estudo

Para que deste estudo se retirem elementos de trabalho pertinentes, sem incorrer em situações erróneas, importa conhecer concretamente o âmbito em que o mesmo foi realizado. Deste modo, considera-se pertinente elencar aqui um conjunto de fatores que deverão ser melhorados em estudos posteriores, nomeadamente os referentes a condicionalismos decorrentes das condições possíveis.

A realidade onde ocorreu esta investigação é uma escola secundária situada na periferia da cidade de Lisboa, onde o número de alunos interessados em prosseguir os estudos no Agrupamento de Artes Visuais não é suficiente para abrir mais do que uma turma a cada ano letivo, o que limitou a amostra do estudo a uma turma.

No ano letivo 2013/14, ano em que decorreu o presente estudo, o número de alunos interessados em prosseguir os estudos no Agrupamento de Artes Visuais não foi suficiente para abrir uma turma de 10º ano, o que impossibilitou a realização da investigação no 1º ano de estudos da disciplina de Geometria Descritiva.

Na turma do 11º ano de Artes Visuais, a amostra deste estudo, um número significativo de alunos revelou sérias lacunas no que respeita aos conteúdos curriculares do 10º ano, conteúdos essenciais ao desenvolvimento dos conteúdos curriculares referentes ao 11º ano da disciplina.

Desta forma, o âmbito da aplicação das conclusões deste estudo é restrito, pelo que os dados apresentados, ainda que possam abrir caminho a investigações semelhantes noutras circunstâncias, não devem ser generalizados nem formar uma base única de reflexão sobre esta problemática mas, sim, entendidos como uma amostra que visa sustentar um ensaio metodológico, uma vez que este estudo ocorreu com um grupo de intervenientes bem definidos. Neste sentido, considero que, para se retirar uma conclusão

mais sólida das vantagens da utilização dos ambientes virtuais no processo de ensino aprendizagem da disciplina de Geometria Descritiva, é necessário que este estudo seja realizado com alunos no primeiro ano de aprendizagem da disciplina e com uma amostra de estudo maior.

Conclusão

Antes de tecer considerações finais sobre este trabalho, importa recapitular a pergunta de partida que lhe serviu de base: poderá o ensino-aprendizagem da Geometria Descritiva beneficiar do recurso a ambientes virtuais?

Partindo deste princípio, e após um atento estudo e reflexão, depreendo a existência de duas grandes abordagens possíveis à utilização dos ambientes virtuais no ensino-aprendizagem de Geometria Descritiva: o contributo no desenvolvimento da capacidade imaginativa e a diversificação das estratégias metodológicas utilizadas.

Caracterizada essencialmente pela relação entre a compreensão tridimensional e a representação bidimensional, descritiva e rigorosa de figuras tridimensionais, a disciplina de Geometria Descritiva desempenha um papel fundamental no desenvolvimento das capacidades mentais dos indivíduos que se dedicam ao seu estudo, estimulando a capacidade de percepção, de imaginação e a construção de raciocínios abstratos.

A representação, para além de ser a principal ferramenta a que se recorre no ensino da disciplina, é um dos objetivos a atingir pelo aluno, surgindo, assim, como um meio e um fim em si mesma. É ao representar que o aluno aprende Geometria Descritiva, processo sempre acompanhado pelo raciocínio espacial. Segundo Bensabat (1996), é exatamente nesta relação, dinâmica e recíproca, *entre representação e raciocínio* que está o objecto de ensino da Geometria Descritiva, pelo que é fundamental ensinar a pensar e a representar o pensamento, exibindo a íntima relação que existe entre ambos, criando assim um plano de convergência e cruzamento de informação.

Contudo, é exatamente na relação entre o raciocínio e a representação que os alunos encontram o seu maior obstáculo, visto não terem desenvolvida a competência essencial para a compreensão da Geometria Descritiva: a imaginação.

De acordo com Gardner (2001) qualquer indivíduo, exceto em situações anómalas, tem potencial para desenvolver todas as inteligências, pelo que a inteligência visual-espacial, fundamental para o estudo da Geometria Descritiva, não é exceção. Contudo, o nível de desenvolvimento de cada inteligência depende do uso que cada indivíduo lhes dá, podendo nuns casos o mesmo indivíduo desenvolver mais umas inteligências do que outras.

Uma das faculdades da Inteligência visual-espacial de Gardner é a imaginação, um conceito bastante amplo e entendido, de um modo genérico, como a capacidade de representar imagens mentalmente. Essas imagens, que aparecem representadas na nossa mente, surgem associadas àquelas já conhecidas, ou seja, são formadas de acordo com toda a informação e conhecimento já extraídos pela via da percepção, o que significa que a consciência imaginante está vinculada à memória. Assim, pode-se dizer que a imaginação é

a faculdade de representar um objeto, mesmo sem a presença deste na intuição, isto é, com o mesmo ausente. Ao imaginar, o ser humano desprende-se do real, passando para um mundo *irreal* que ‘povoa’ com os *objetos ausentes* que a sua memória guarda. São *aparições* espontâneas que surgem desenhadas no vazio e cuja manipulação depende, igualmente, da *irrealização* do próprio indivíduo. Enquanto o objeto percebido está fora de nós, o objeto imaginado é totalmente dependente de nossa consciência. Neste sentido, as imagens estão desprovidas de qualquer determinação de espaço e tempo: o imaginário constitui-se numa unidade de espaço-tempo própria e irreal.

Similarmente ao que se verifica com a imaginação, a realidade virtual é um mundo sem dimensão espacial ou temporal. É um mundo virtual, onde tudo coexiste sem passado e sem futuro, num presente infinito, que embora exija suportes físicos, não possui, de facto, um lugar. Baseada num ambiente gerado em tempo real pelo computador, ou seja, um ambiente simulado, a realidade virtual proporciona uma experiência imersiva e interativa, permitindo ao utilizador, uma vez imerso nesse ambiente, visualizar, interagir, explorar, navegar em todas as direções e infinitamente. A imersão é a sensação que o utilizador desenvolve através da interação com o ambiente virtual e que lhe permite estar mais ou menos inserido na simulação. Porém, a imersão é uma sensação que pode igualmente ser desenvolvida quando imaginamos, isto é, da mesma forma que nos podemos sentir imersos num mundo virtual também nos podemos sentir imersos no mundo irreal que criamos ao imaginar. Esta característica, que a realidade virtual tem em comum com a Imaginação, pode traduzir-se num poderoso estimulador da capacidade imaginativa.

Através dos resultados das entrevistas aos intervenientes e das reações ao longo das aulas é possível confirmar-se que os ambientes virtuais apresentam vantagens que nenhum dos outros recursos didáticos habitualmente utilizados – nomeadamente as perspetivas desenhadas e os modelos tridimensionais reais – comporta. A possibilidade da sensação de imersão num espaço virtual, sem dimensões, que nos possibilita a observação dos objetos a partir dos mais variados ângulos, tal como acontece ao imaginarmos, representa um poderoso estimulador da imaginação a um nível que nenhum dos outros meios alcança, por apresentarem diversas limitações, que os próprios alunos reconhecem.

Perante os modelos tridimensionais reais e as perspetivas, o recurso ao ambiente virtual apresenta vantagens significativas, principalmente no que respeita às limitações de escala, construção e funcionalidade que os primeiros compreendem, como verificámos no quadro teórico deste trabalho. Os ambientes virtuais disponibilizam modelos mais complexos e em maior número do que os disponíveis em formato real e na própria imagística mental e memória, o que facilita consideravelmente a tarefa tanto dos alunos como do professor. Desta forma, esta ferramenta torna-se tanto mais relevante quanto mais

complexos forem os objetos, as transformações, os processos e as representações gráficas. Porém, tanto os modelos tridimensionais como as perspetivas apresentam características e propriedades que se podem manifestar uma mais-valia em determinadas situações e momentos do processo de ensino-aprendizagem, pelo que nenhum recurso didático pode e deve substituir outro e todos devem ser usados, desde que pertinente a sua utilização e de acordo com as dificuldades sentidas, pelo que se torna importante uma reflexão, por parte do professor, acerca dos conteúdos que podem e devem ser exemplificados através de cada meio. Esta necessidade de variação entre os diversos meios verificou-se durante as aulas e nas respostas de alguns alunos, que reconheceram o valor do contacto com a materialidade física dos modelos tridimensionais reais no processo de aprendizagem da Geometria Descritiva. Afinal, é do contacto com a realidade que a consciência imaginante se ‘alimenta’. No que respeita às perspetivas desenhadas, apesar de os envolvidos não lhe apontarem vantagens perante os ambientes virtuais, é importante não esquecer que o desenho manual é o principal estabelecedor de uma relação entre o pensar e o pensado. As mãos são o principal intermediário através do qual o ser humano entra em contacto com o rigor do pensamento (Focillon, 1988), pelo que o professor deve, desde cedo, estimular os alunos a recorrer às perspetivas desenhadas à mão, como um modo de pensar com o lápis.

No ensino da Geometria Descritiva a metodologia usada pelos professores é uma influência de peso no nível de sucesso das aprendizagens, sendo, segundo Bensabat, a principal responsável pelo desempenho dos alunos, uma vez que age sobre as componentes intelectual e motivacional dos processos mentais. Partindo deste princípio, a vertente extrínseca da motivação que esta ferramenta desenvolve nos alunos é, logo à partida, significativa, visto compreender uma aproximação à sua realidade quotidiana, cada vez mais dependente das novas tecnologias. Por outro lado, analisando as respostas obtidas ao longo do estudo, a predisposição dos alunos para a utilização de ambientes virtuais nas aulas é nitidamente positiva, assim como o seu parecer quanto a validade destes auxiliares, pelo que pode ser considerada benéfica a sua utilização deste ponto de vista.

Porém, é importante ter consciência de que o entusiasmo com as novas ferramentas é algo que tende a desvanecer-se à medida que se torna regular e natural a sua utilização. Conjuntamente, o fornecimento de respostas visuais tridimensionais, quando tornado sistemático, pode funcionar como estímulo inverso à imaginação, pelo que, e de acordo com o próprio programa da disciplina, estes auxiliares deverão ser disponibilizados fundamentalmente no estágio inicial de aprendizagem, sendo progressivamente retirados à medida que os alunos forem revelando maior capacidade de abstração, ainda que se possam reutilizar, quando pertinente e em situações pontuais. Assim, depreende-se que o

interesse dos alunos pela disciplina de Geometria Descritiva se deverá tornar predominantemente intrínseco desde cedo, devendo estes revelar uma predisposição para aprender independentemente dos recursos didáticos utilizados pelo professor no ensino da disciplina.

Se é verdade que a noção de espaço e a capacidade de abstração é estimulada com a visualização de modelos, perspetivas e animações, também é verdade que uma correta articulação do discurso verbal potencia a eficácia da comunicação. No decorrer de uma aula, independentemente das ferramentas utilizadas, existe predominantemente comunicação verbal. A compreensão verbal entre professores e alunos é indispensável para uma correta e eficaz transmissão e aquisição de conhecimentos. Contudo, a grande maioria dos alunos revelou sérias dificuldades em verbalizar dúvidas e respostas, principalmente no que respeita a questões de carácter espacial, tanto durante as entrevistas como nas aulas, o que deixa patente a existência de dificuldades na compreensão dos conceitos por esta via. Desta forma, é compreensível que a origem das dificuldades na resolução de exercícios esteja, muitas vezes, na incompreensão dos enunciados, mostrando que os maus resultados podem não se dever apenas à incompreensão do carácter operacional mas, também, à incompreensão verbal dos conceitos da disciplina. Neste sentido, é importante que os professores durante as aulas não descurem o discurso verbal, investindo no vocabulário específico da disciplina e incentivando os alunos ao seu uso.

Finalizando, parece-me possível, de uma forma genérica, concluir que os ambientes virtuais exercem efeitos positivos no processo de ensino-aprendizagem, aumentando a qualidade do ensino, na medida em que potenciam a transmissão e aquisição dos conteúdos da disciplina, sobretudo do ponto de vista do desenvolvimento da capacidade de abstração por parte dos alunos e da diversificação dos meios, o que não só facilita a tarefa do professor como torna as aulas mais dinâmicas cativando e motivando, consequentemente, os alunos. No entanto, constato que a utilização deste recurso não pode ser, de forma alguma, indiscriminada. Deve antes ser criteriosa e ponderada, não esquecendo que o mesmo não deve ser colocado à disposição dos alunos mas sim elaborado previamente pelos professores para ser posto à observação dos alunos em aula, funcionando como *mediador* e *re-mediador* de informação e auxiliar na compreensão dos conteúdos. Por outro lado é importante fazer uma correta articulação desta ferramenta com a representação rigorosa, a enunciação e os restantes recursos didáticos, de forma a que todos os envolvidos no processo de ensino-aprendizagem beneficiem das suas virtudes.

Contudo, a correta implementação deste tipo de ferramentas inovadoras implica professores disponíveis para a atenta exploração e aplicação desta ferramenta e alertados para as diversas questões abordadas ao longo deste estudo, e que não podem ser

descuradas, como a questão da capacidade de imaginação. A imaginação é uma capacidade que precisa de ser despertada, estimulada e desenvolvida para que dela possamos usufruir. Sendo a imaginação uma capacidade que se serve dela própria, quanto mais desenvolvida, maior a independência dos alunos no que respeita aos recursos didáticos. Outra questão que os professores devem ter presente é aquela para a qual Baudrillard (1991) nos alertou: o facto dos simulacros substituírem o real, tornando-se mais importantes do que este. Porém, é preciso saber que inovação não significa, necessariamente, substituição do antigo pelo novo, lembrando o conceito de *remediação* (Bolter e Grusin, 2000) que nos diz que as novas tecnologias não substituem as tecnologias já existentes mas que as renovam, adaptando-as ao contexto atual da sociedade.

Os avanços tecnológicos são a base das mudanças nas sociedades pós-industriais, que se manifestam nas formas de conviver, interagir, trabalhar e de aprender, pelo que os alunos alteram igualmente as formas de adquirir o conhecimento. O professor, como mediador da informação e do conhecimento, deverá ser sensível a estas alterações, procurando sempre explorar as diferentes e novas potencialidades oferecidas pelos avanços tecnológicos.

Bibliografia

Alsina, C. (1999). «Intuición y Deducción en Geometria». In.: Veloso, E., Fonseca, H., Ponte, J. e Abrantes, P. (org). *Ensino da Geometria no Virar do Milénio*. pp. 33-42. Departamento de Educação da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.

Amoretti, M. e Tarouco, L. (2002). «Presença do Observador nos mundos virtuais subjetivos: Níveis de imersão e variações do Observador». *Informática na Educação: Teoria & Prática*, v.5, n.1, 91-101. Acedido em 19 de Outubro de 2014 em <http://seer.ufrgs.br/InfEducTeoriaPratica/issue/archive>.

Arends, R. (2008). *Aprender a Ensinar*. Espanha: Mc Graw Hill.

Bahia S., Jesus P., Romeiro, J. e Campino, G. (2007). «Entre o concreto e o abstracto: a Geometria como elemento estruturante». In.: *Boletim da APROGED*, 27, pp. 17-24. Porto: APROGED.

Baudrillard, J. (1991). *Simulacros e Simulação*. Lisboa: Relógio D'Água.

Bensabat, F. (1996). *Ensinar Geometria Descritiva*. Trabalho realizado em regime de licença sabática. Lisboa. (Texto policopiado)

Bolter, J. e Grusin, R. (2000). *Remediation: Understanding New Media*. Cambridge: MIT Press.

Cadoz, C. (1997). *A Realidade Virtual*. Lisboa: Instituto Piaget

Camacho, L. (1999). *Memórias de um Tempo Futuro: Realidade Virtual e Educação*. Lisboa: Hugin.

Cordes, C. e Miller, E. (2000). *Fool's Gold: A Critical Look at Computers in Childhood*. Alliance for Childhood. Acedido em 11 de Outubro de 2014 em <http://waste.informatik.hu-berlin.de/diplom/DieGelbeKurbel/pdf/foolsgold.pdf>.

Focillon, H. (1988). *A Vida das Formas*. Lisboa: Edições 70.

Freire, M. (2009). *Avaliação motivacional e contextos de usabilidade no uso de software educativo*. Dissertação de mestrado apresentada ao Departamento de Ciências da Comunicação e Multimédia da Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias para obtenção do grau de mestre, orientada por Manuel José Damásio, Lisboa.

Gardner, H. (2001). *Estructuras de la Mente: La Teoría de Las Inteligencias Múltiples*. Colombia: FCE.

Goodman, N. (2006). *Linguagens da Arte: uma Abordagem a uma Teoria dos Símbolos*. Lisboa: Gradiva.

Kant, I. (2001). *Crítica da Razão Pura*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian

Katz, E., Blumler, J., e Gurevitch, M. (1973-74). «Uses and Gratification Research». *The Public Opinion Quarterly*, vol.37, pp. 509-523.

Lemos, E. (2010). *O Ensino da Geometria Descritiva: tradição e novas tecnologias*. Dissertação apresentada ao Departamento de Didática e Tecnologia Educativa da Universidade de Aveiro para obtenção do grau de mestre, orientada por Carlos Manuel Branco Nogueira Fragateiro, Aveiro. Acedido em 30 de Maio de 2014, em <http://ria.ua.pt/bitstream/10773/11062/1/dissertação.pdf>

Lévy, P. (1996). *O que é o virtual?* Acedido em 19 de Outubro de 2014 em http://www.mom.arq.ufmg.br/mom/arq_interface/6a_aula/o_que_e_o_virtual_-_levy.pdf

Loureiro C. (1999). «Computadores no ensino da geometria». In.: Veloso, E., Fonseca, H., Ponte, J. e Abrantes, P. (org). *Ensino da Geometria no Virar do Milénio*. pp. 43-50. Departamento de Educação da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.

Mecchia, R. (1992). Imaginação. In.: *Enciclopédia Einaudi* (vol. 25, p.48-57). Lisboa: IN/CM.

Merleau-Ponty, M. (1999). *Fenomenologia da Percepção*. São Paulo: Martins Fontes.

Migliari, R. (coord.) (2012). *Descriptive Geometry and Digital Representation: Memory and Innovation*. New York: McGraw-Hill. Acedido em 5 de Julho de 2014, em <http://www.aproged.pt/biblioteca/Migliaridescriptivegeometryanddigitalrepresentation.pdf>

Netto, A., Machado, L. e Oliveira, M. (2002). «Realidade Virtual – Definições, Dispositivos e Aplicações». *Revista Eletrônica de Iniciação Científica*, v.2, n.1. Acedido em 18 de Outubro de 2014 em http://www.di.ufpb.br/~liliane/publicacoes/2002_reic.pdf

Pessegueiro, A. (2001). «As Dificuldades da Geometria Descritiva». In.: *Boletim da APROGED*, 18. Acedido em 24 de Maio de 2014, em <http://www.aproged.pt/pdf/18pessegueiro.pdf>

Piaget, J. e Inhelder, B. (1956). *The Child's Conception of Space*. Londres: Routledge & Kegan Paul.

Platão. (1990) *A República*. Tradução de Maria Helena da Rocha Pereira. (6ª ed.). Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.

Rebelo, J. e Xavier J. (coord.) (2001). *Programa de Geometria Descritiva - A*. Ministério da Educação. Acedido em 31 de Maio de 2014, em <http://www.aproged.pt/pdf/geometriaa.pdf>

Rheingold, H. (1997). *Realidade Virtual*. Lisboa: Gradiva.

Russo, J. (2008). *Aplicação e-Learning em Geometria Descritiva*. Dissertação apresentada à Universidade Aberta para obtenção do grau de mestre em Expressão Gráfica, Cor e Imagem, orientada por Carlos Tavares Ribeiro, Lisboa. Acedido em 31 de Maio de 2014, em <https://repositorioaberto.uab.pt/>

Sartre, J. (2008). *A Imaginação*. Porto Alegre: L&PM Pocket.

Sartre, J. (1996). *O imaginário*. São Paulo: Editora Ática.

Silva, A., Dias, J. e Sousa, L. (2002). *Desenho Técnico Moderno*. Lisboa: LIDEL - Edições Técnicas, Lda.

Sousa, J. (2011). *A utilização de software de desenho assistido por computador no ensino da Geometria Descritiva*. Dissertação apresentada à Escola de Comunicação, Arquitetura, Artes e Tecnologias da Informação da Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias para obtenção do grau de mestre em Ensino de Artes Visuais, orientada por Maria Constança Pignateli de Sousa Vasconcelos, Lisboa.

Sousa, P. (1996). «O quê, o como e o porquê da Geometria Descritiva». In.: *Boletim da APROGED*, 2. Porto: APROGED.

Sternberg, R. (2000). *Inteligência para o Sucesso Pessoal*. Rio de Janeiro: Campus.

Veloso, R. e Sá, A. (2009). «Reflexões sobre o jogo: conceitos, definições e possibilidades». *Revista Digital*, nº 132. Acedido em 11 de Outubro de 2014 em <http://www.efdeportes.com>.

Viadel, R. (2005). *Investigación en Educación Artística: Temas, Métodos y Técnicas de Indagación sobre el aprendizaje y la Enseñanza de las Artes y Culturas Visuales*. Granada: Universidade de Granada.

Viana, V. (2007). «Materiais didáticos para o ensino da Geometria Descritiva no Ensino Secundário». In.: *Boletim da APROGED*, 27. Porto: APROGED.

Anexo I – Entrevista inicial ao docente

Entrevista inicial ao docente

Esta entrevista destina-se a recolher informações para a elaboração de um trabalho de investigação sobre o recurso a ambientes virtuais no processo de ensino-aprendizagem de Geometria Descritiva, no âmbito do Mestrado em Ensino de Artes Visuais no 3º Ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário.

Com esta entrevista pretende-se conhecer a receptividade do docente quanto ao recurso a ambientes virtuais nas aulas de Geometria Descritiva, assim como a sua expectativa quanto à viabilidade desta iniciativa no processo de ensino-aprendizagem da disciplina.

1. Alguma vez recorreu a desenhos em perspectiva, modelos tridimensionais ou a ambientes virtuais como auxiliar na lecionação da Geometria Descritiva?
2. Se a resposta à questão anterior for positiva:
Com que frequência o faz?
3. Tem conhecimento da existência de algum *software* que permita criar espaços de natureza virtual?
4. Se a resposta à questão anterior for positiva:
Alguma vez o utilizou numa aula de Geometria Descritiva?
5. Se a resposta à questão anterior for positiva:
Como avalia a experiência?
6. Considera que pôr à observação dos alunos animações com operações e conceitos de Geometria Descritiva, através de ambientes virtuais, pode auxiliar no processo de ensino-aprendizagem da disciplina?

Nota: Quando considerado pertinente, colocar a questão “porquê” para um maior esclarecimento.

Anexo II – Entrevista inicial aos alunos

Entrevista inicial aos alunos

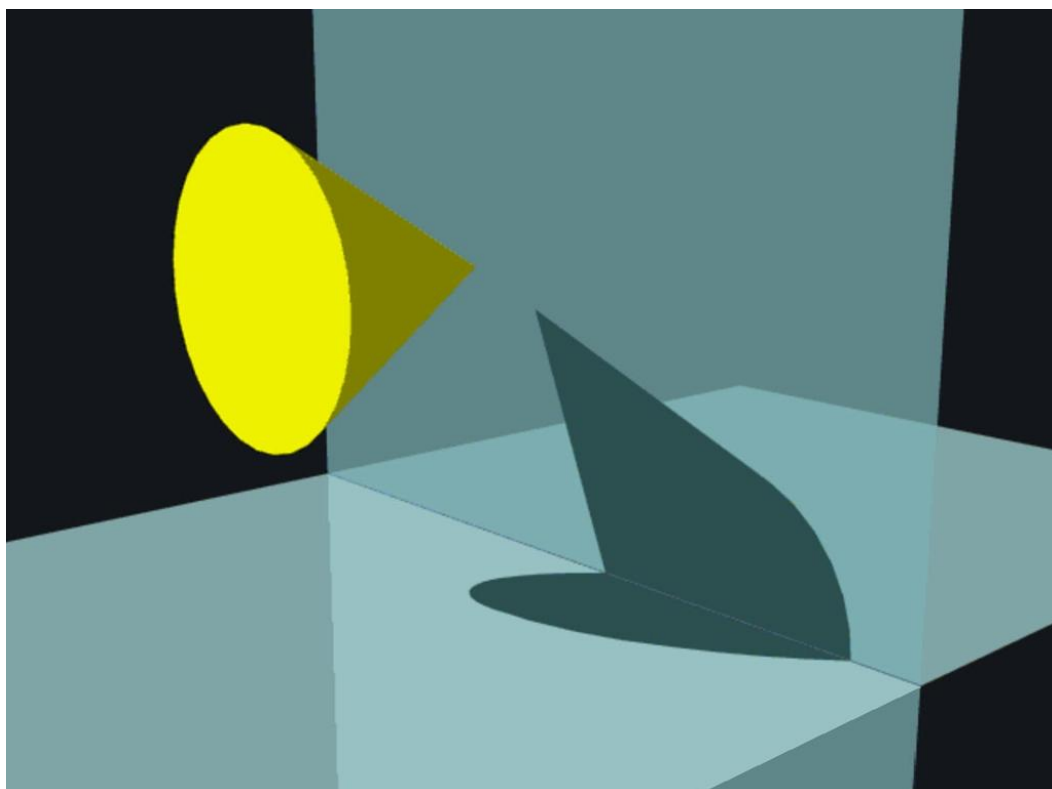
Esta entrevista destina-se a recolher informações para a elaboração de um trabalho de investigação sobre o recurso a ambientes virtuais no processo de ensino-aprendizagem de Geometria Descritiva, no âmbito do Mestrado em Ensino de Artes Visuais no 3º Ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário.

Com esta entrevista pretende-se conhecer as capacidades de construção de um raciocínio abstrato dos alunos, a necessidade de visualização perspética sentida por estes na compreensão dos exercícios assim como a sua expectativa quanto ao recurso a ambientes virtuais no processo de ensino-aprendizagem da disciplina.

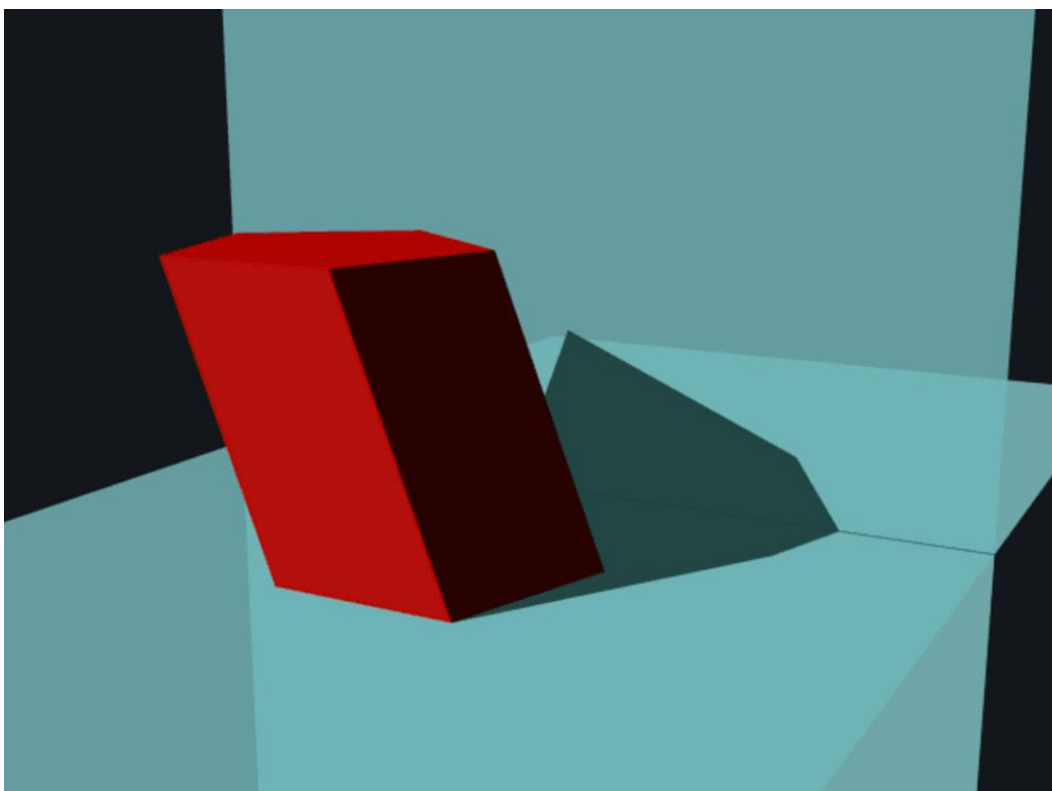
1. Durante a realização de exercícios tem por hábito recorrer à imaginação das operações propostas?
2. Com que facilidade consegue visualizar espacialmente as operações propostas?
3. Tem por hábito recorrer a desenhos em perspectiva, modelos tridimensionais ou a ambientes virtuais como auxiliar na aprendizagem da disciplina? Qual a sua preferência?
4. Considera que a visualização de animações com operações e conceitos de Geometria Descritiva, através de ambientes virtuais, pode auxiliar no processo de ensino-aprendizagem da disciplina?

Nota: Quando considerado pertinente, colocar a questão “porquê” para um maior esclarecimento.

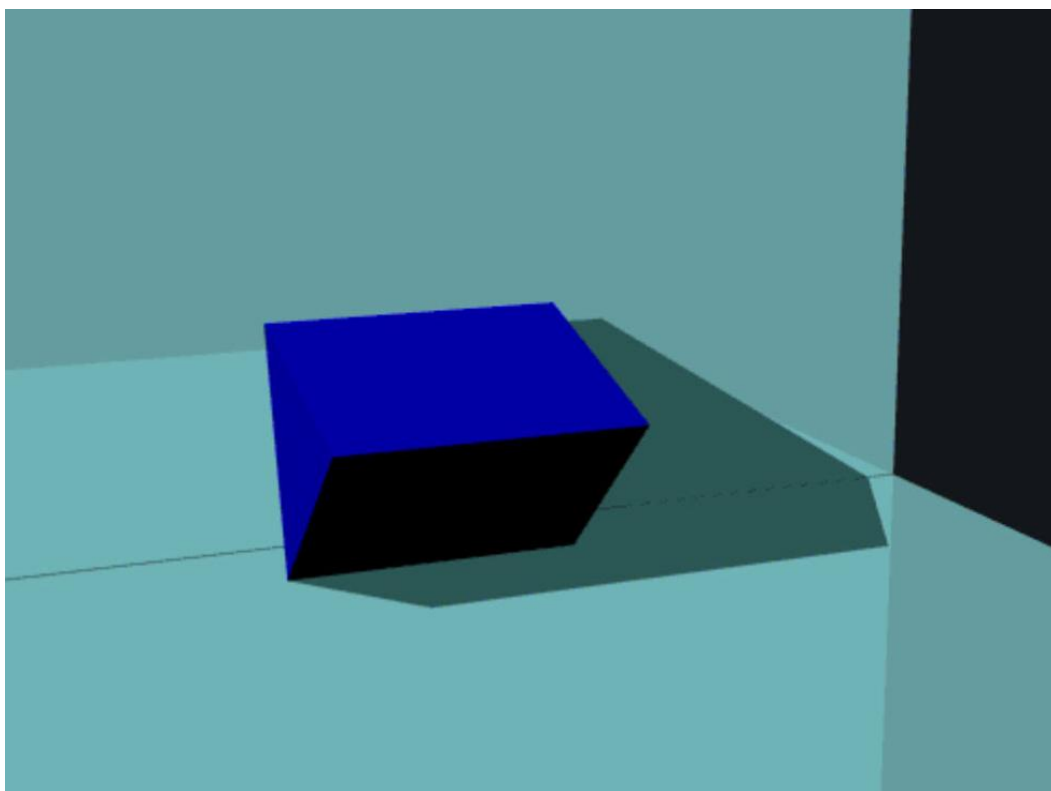
Anexo III - Animações



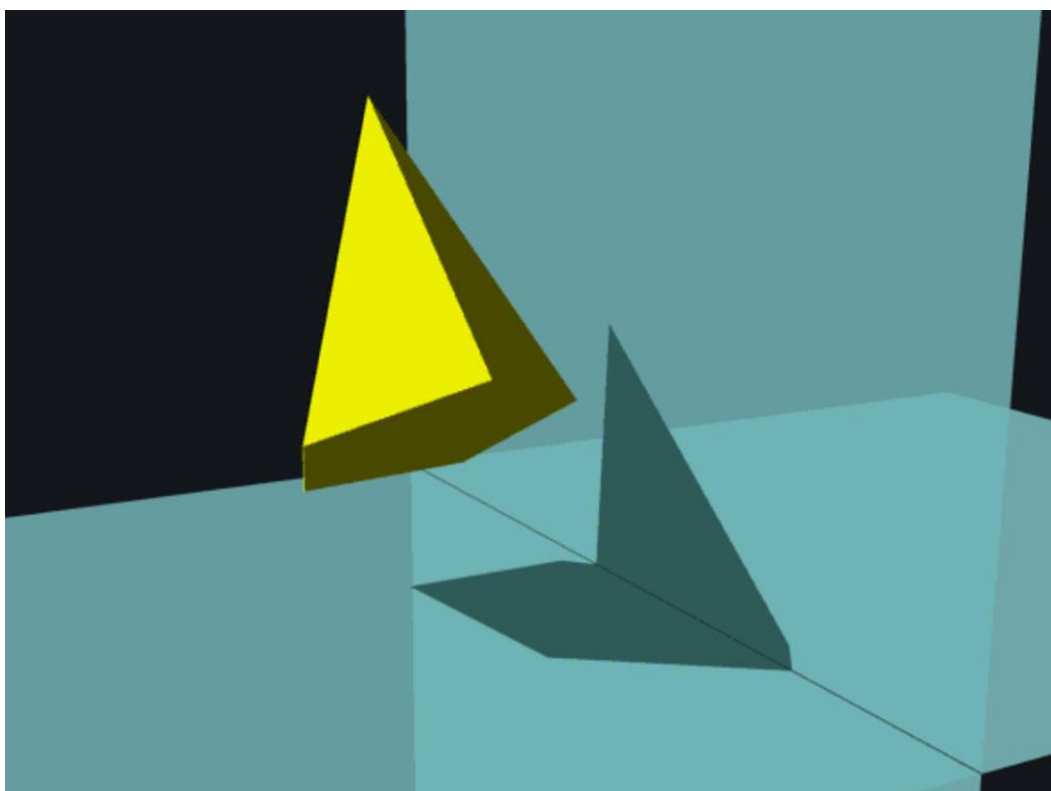
Animação nº12



Animação nº13

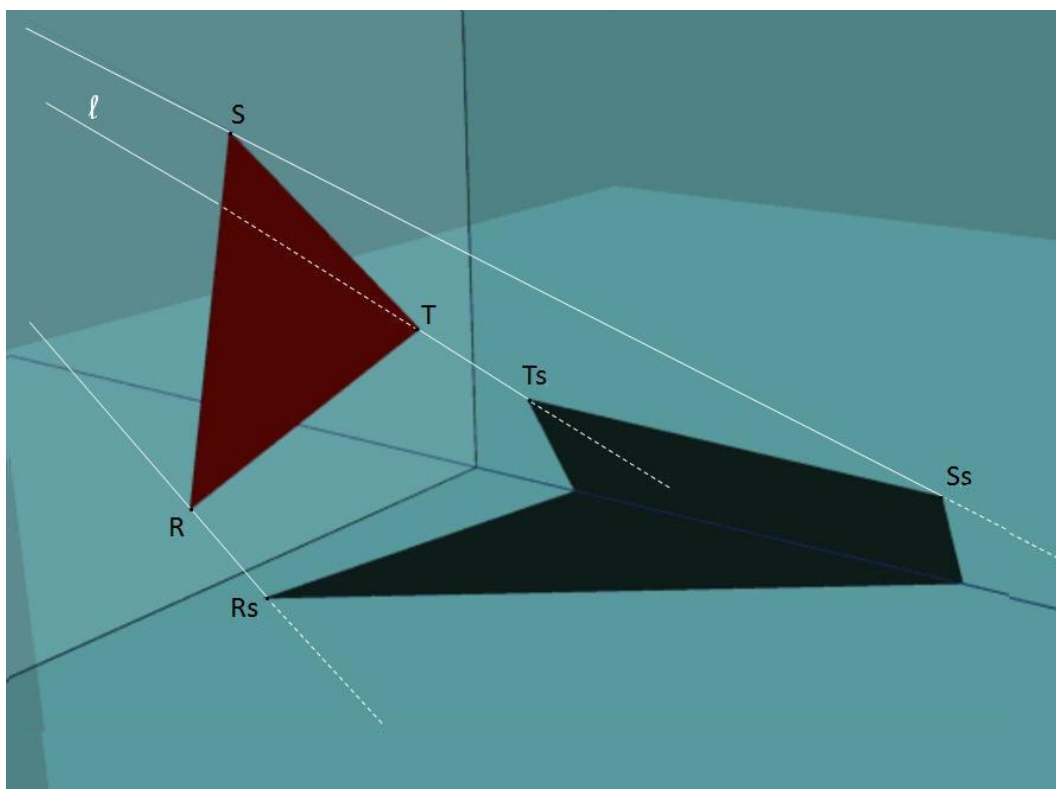


Animação nº17

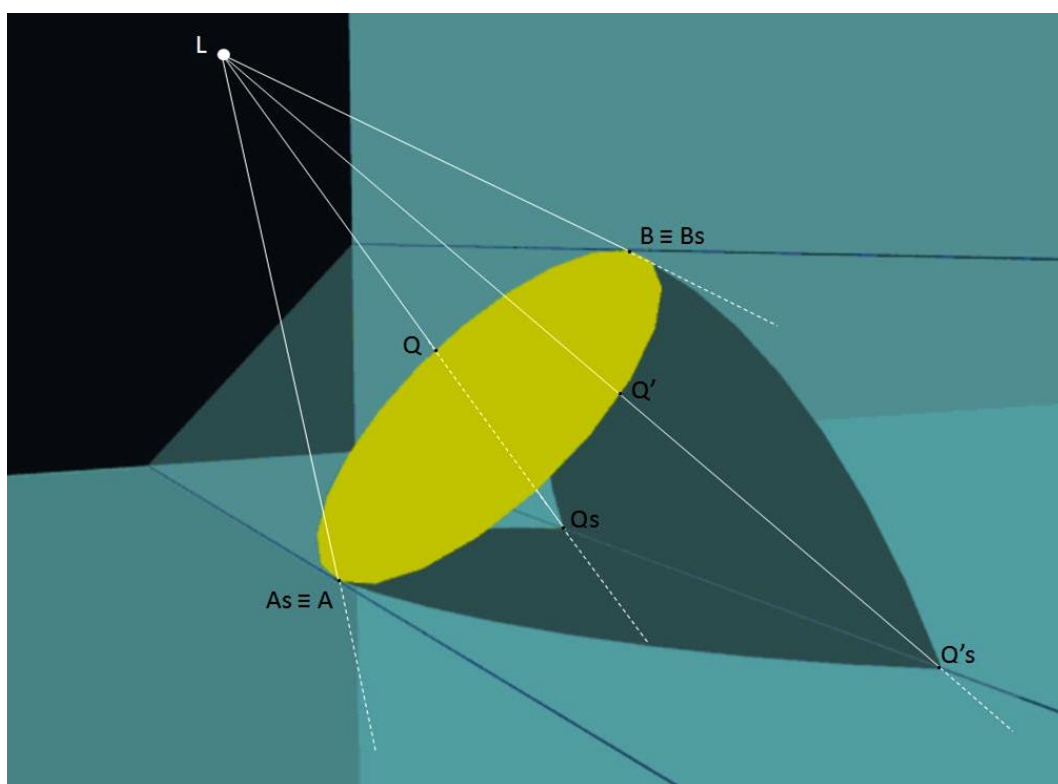


Animação nº18

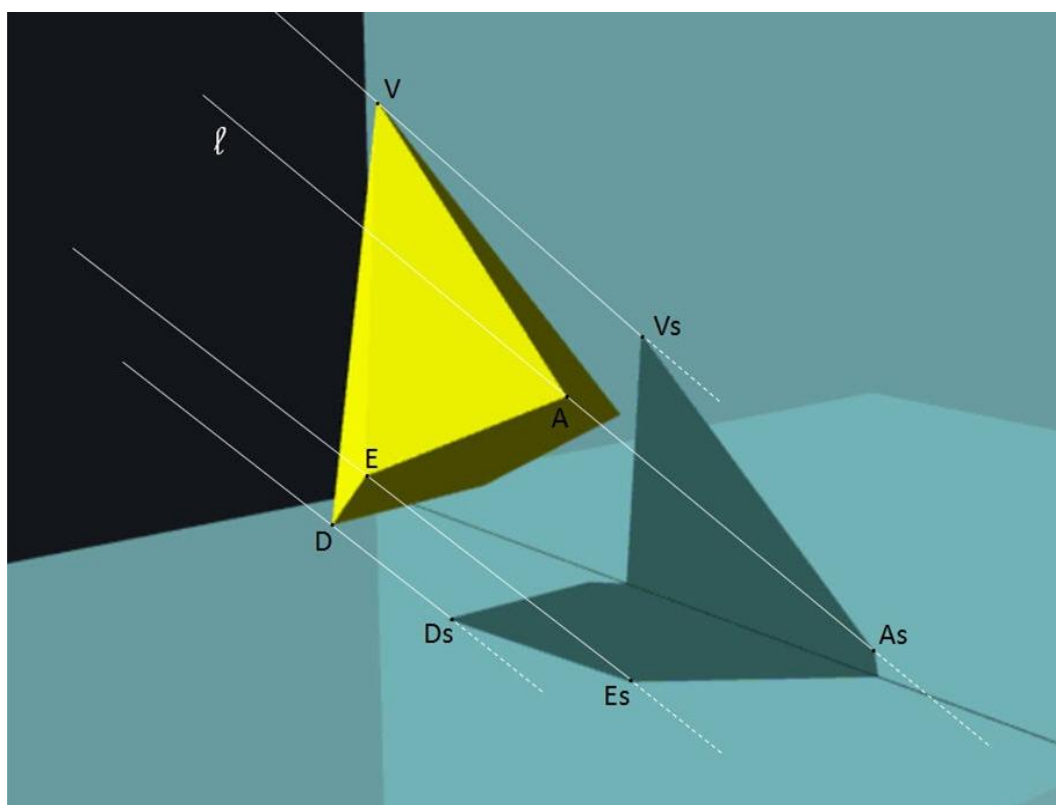
Anexo IV – Perspetivas com marcações



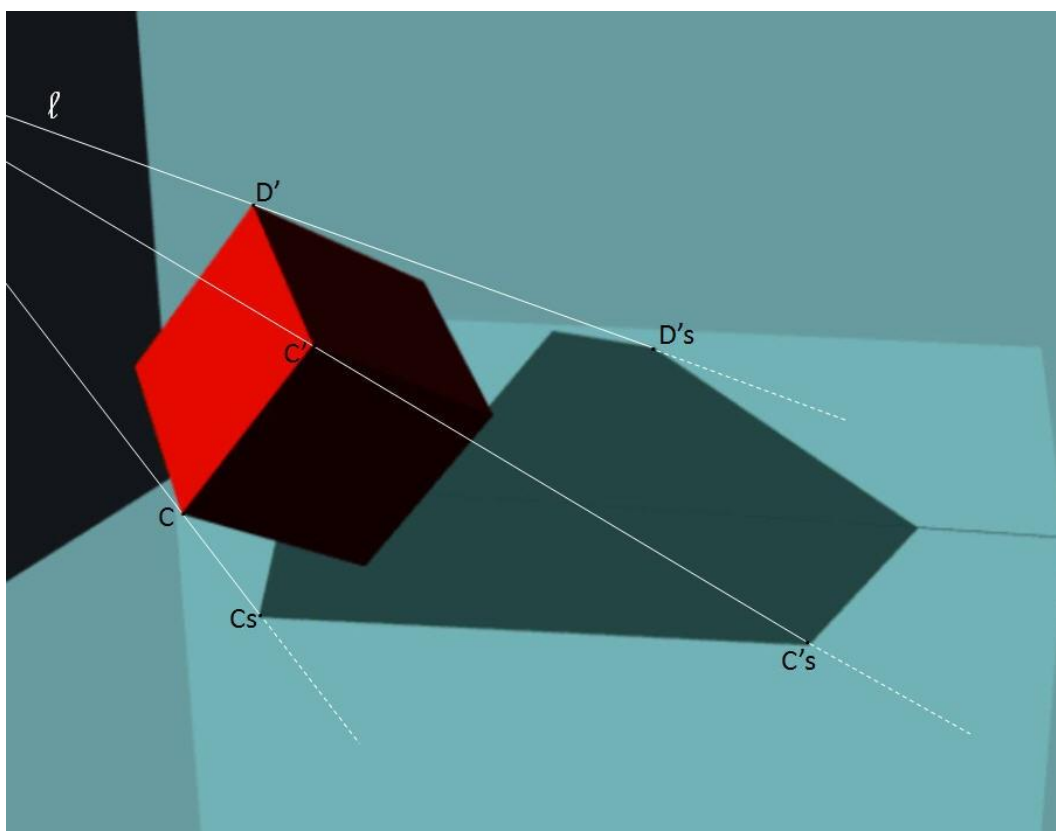
Animação nº7



Animação nº9



Animação nº18



Animação nº21

Anexo V – Entrevista final ao docente

Entrevista final ao docente

Esta entrevista destina-se a recolher informações para a elaboração de um trabalho de investigação sobre o recurso a ambientes virtuais no processo de ensino-aprendizagem de Geometria Descritiva, no âmbito do Mestrado em Ensino de Artes Visuais no 3º Ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário.

Com esta entrevista pretende-se recolher a opinião do professor, que assistiu às aulas com o recurso ao ambiente virtual, quanto à viabilidade da sua utilização no processo de ensino-aprendizagem de Geometria Descritiva.

1. Como avalia as animações apresentadas durante as aulas?
2. Considera que as animações apresentadas facilitaram a imaginação das mesmas por parte dos alunos?
3. Considera que pôr à observação dos alunos animações com operações e conceitos de Geometria Descritiva, através de ambientes virtuais, auxilia no processo de ensino-aprendizagem da disciplina?
4. Como avalia o contributo do ambiente virtual no processo de ensino-aprendizagem da Geometria Descritiva?
5. Esta experiência despertou o seu interesse para uma futura utilização de ambientes virtuais nas aulas de Geometria Descritiva?

Nota: Quando considerado pertinente, colocar a questão “porquê” para um maior esclarecimento.

Anexo VI – Entrevista final aos alunos

Entrevista final aos alunos

Esta entrevista destina-se a recolher informações para a elaboração de um trabalho de investigação sobre o recurso a ambientes virtuais no processo de ensino-aprendizagem de Geometria Descritiva, no âmbito do Mestrado em Ensino de Artes Visuais no 3º Ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário.

Com esta entrevista pretende-se recolher a opinião dos alunos sobre o recurso a ambientes virtuais no processo de aprendizagem da disciplina de Geometria Descritiva.

1. Durante as aulas, teve facilidade em compreender as animações apresentadas?
2. Considera que as imagens eram claras?
3. A visualização das animações facilitou a imaginação das mesmas?
4. Comparando o ambiente virtual com os recursos materialmente construídos – perspetivas desenhadas e modelos tridimensionais – quais as vantagens e desvantagens de cada um?
5. Agora, ao realizar um exercício, sente mais facilidade em construir um raciocínio abstrato e imaginar as operações propostas?
6. Considera que a visualização de animações com operações e conceitos de Geometria Descritiva, através de ambientes virtuais, auxilia no processo de ensino-aprendizagem da disciplina?

Nota: Quando considerado pertinente, colocar a questão “porquê” para um maior esclarecimento.

Anexo VII – Transcrição de algumas respostas

Entrevista inicial aos alunos:

1. *Durante a realização de exercícios tem por hábito recorrer à imaginação das operações propostas?*

Resposta 1. “Nem por isso. Às vezes tento mas como não consigo lá muito bem... não insisto muito.”

2. *Com que facilidade consegue visualizar espacialmente as operações propostas?*

Resposta 2. “Mais ou menos. É conforme... na matéria dos ângulos não conseguia mas agora com os sólidos é mais fácil.”

3. *Tem por hábito recorrer a desenhos em perspectiva, modelos tridimensionais ou a ambientes virtuais como auxiliar na aprendizagem da disciplina? Qual a sua preferência?*

Resposta 3. “Às vezes desenho mas, por exemplo nas secções, quando junto o plano secante fica confuso. O sólido fica bem, mas quando tento desenhar o plano para fazer a secção perco-me.”

Resposta 4. “Prefiro desenhar a imaginar... tentando seguir o enunciado, mas quando são exercícios mais difíceis fico à nora, o desenho começa a ficar muito cheio e confuso.”

Resposta 5. “Prefiro desenhar, acho que os modelos tridimensionais não adiantam assim muito... os sólidos [modelos tridimensionais] são fáceis de perceber mas, por exemplo, para as secções não serve de nada porque falta sempre fazer a secção com o plano.”

Entrevista final aos alunos:

3. *A visualização das animações facilitou a imaginação das mesmas?*

Resposta 6. “A mim não me fez grande diferença porque eu consigo imaginar de qualquer maneira mas acho que os [aos restantes colegas] ajudou muito a imaginar os exercícios mentalmente.”

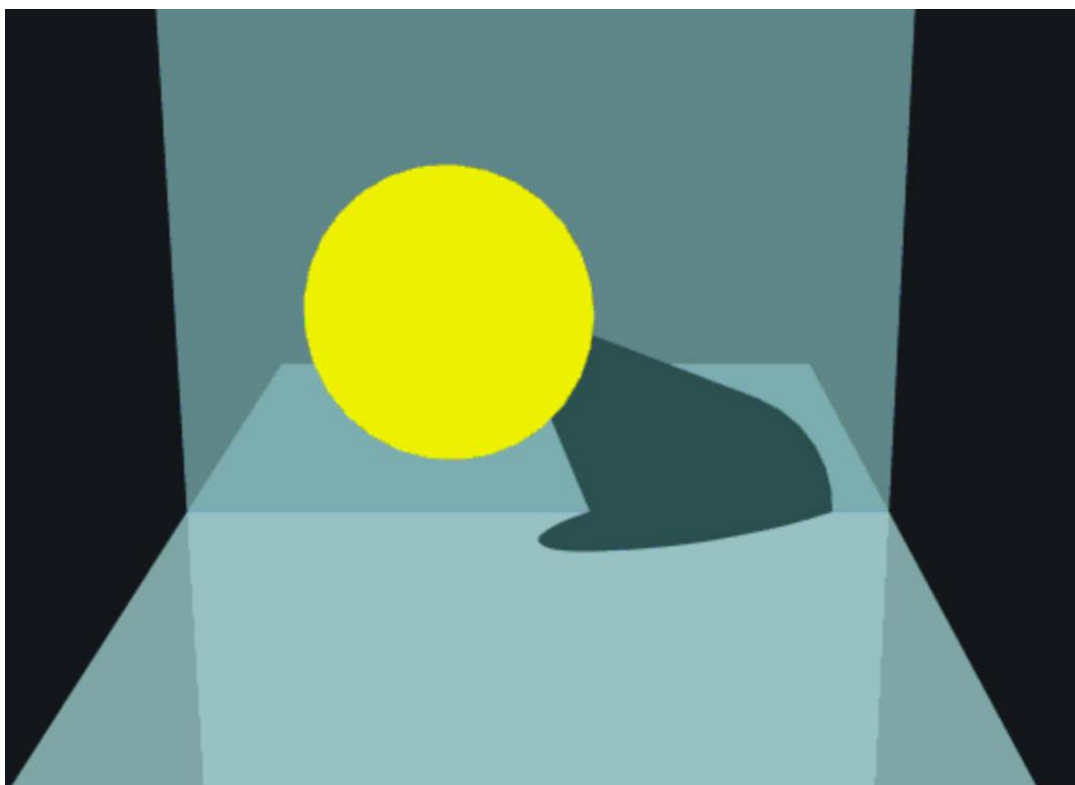
Resposta 7. “Na rotação do vídeo [segundo modelo de vídeo] deu logo para perceber a diferença entre a projeção frontal e a projeção horizontal. Até aí não tinha bem essa noção.”

6. Considera que a visualização de animações com operações e conceitos de Geometria Descritiva, através de ambientes virtuais, auxilia no processo de ensino-aprendizagem da disciplina?

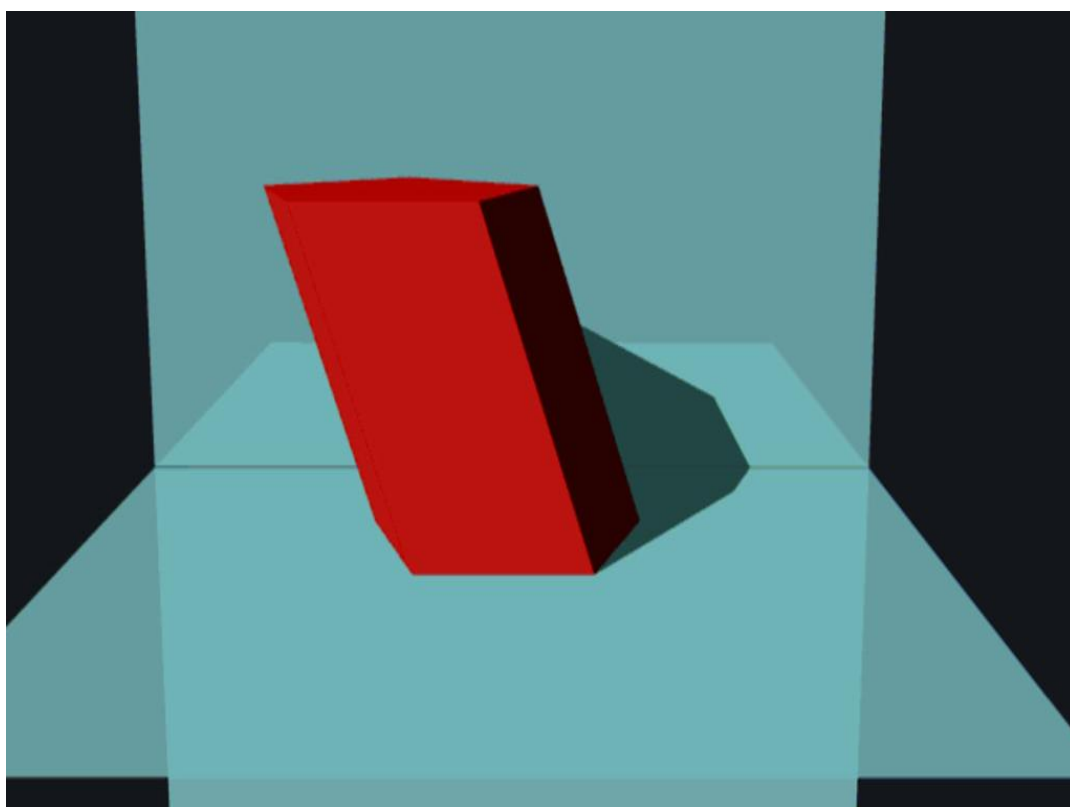
Resposta 8. “Acho que devia ser um modelo de ensino a adotar por todos os professores de Geometria Descritiva, pelo menos numa fase inicial, porque se for até ao final podemos tornar dependentes do programa.”

Resposta 9. “Acho que só ajuda os que quiserem mesmo perceber. Só o programa não vai ajudar, nós também temos de nos esforçar.”

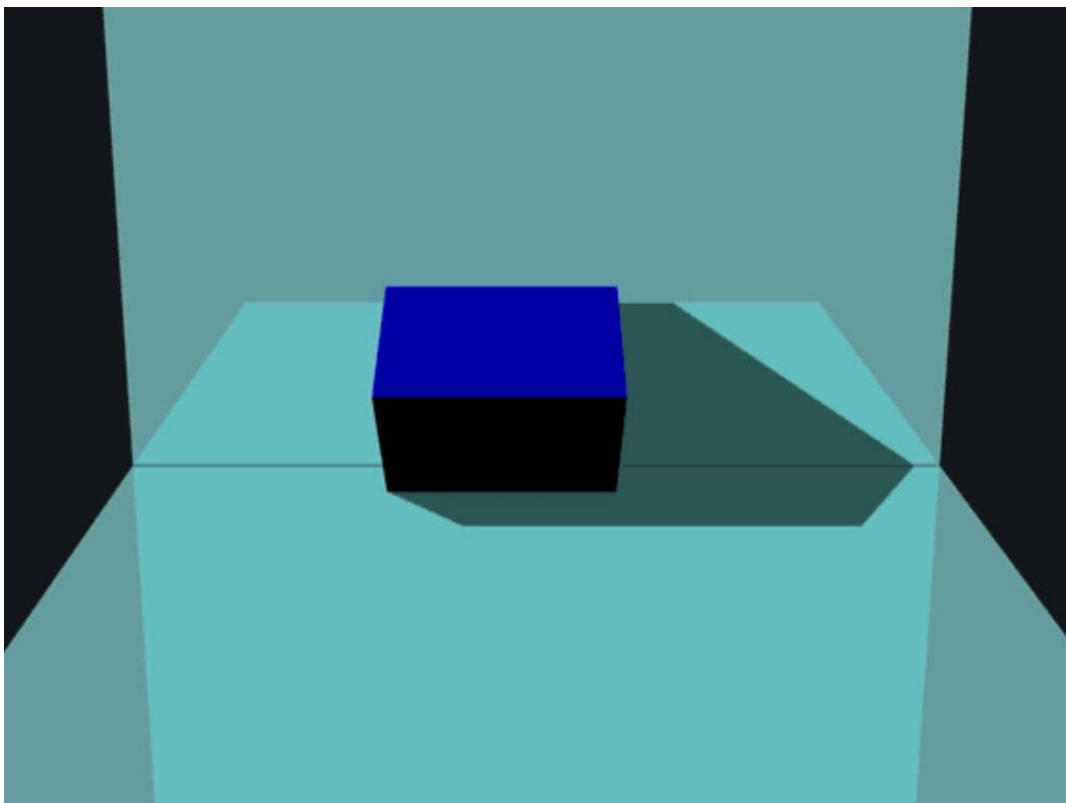
Anexo VIII – Segundo modelo de animações



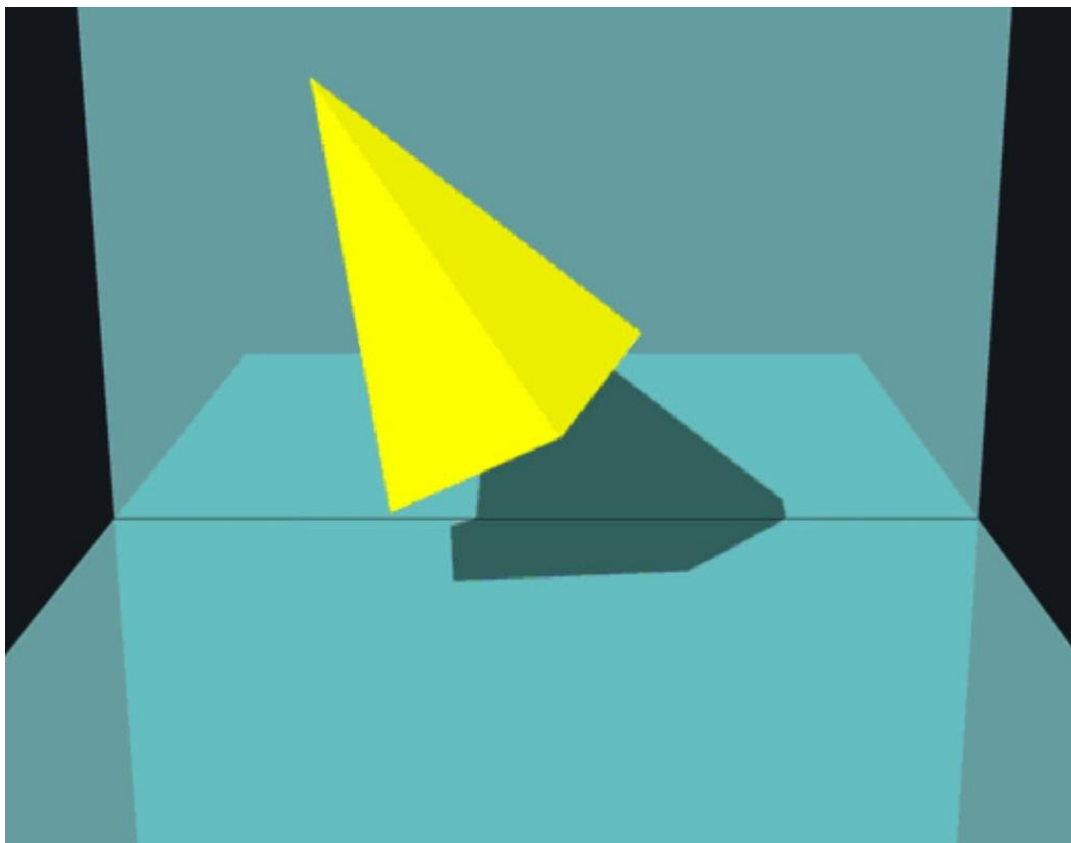
Animação nº12



Animação nº13

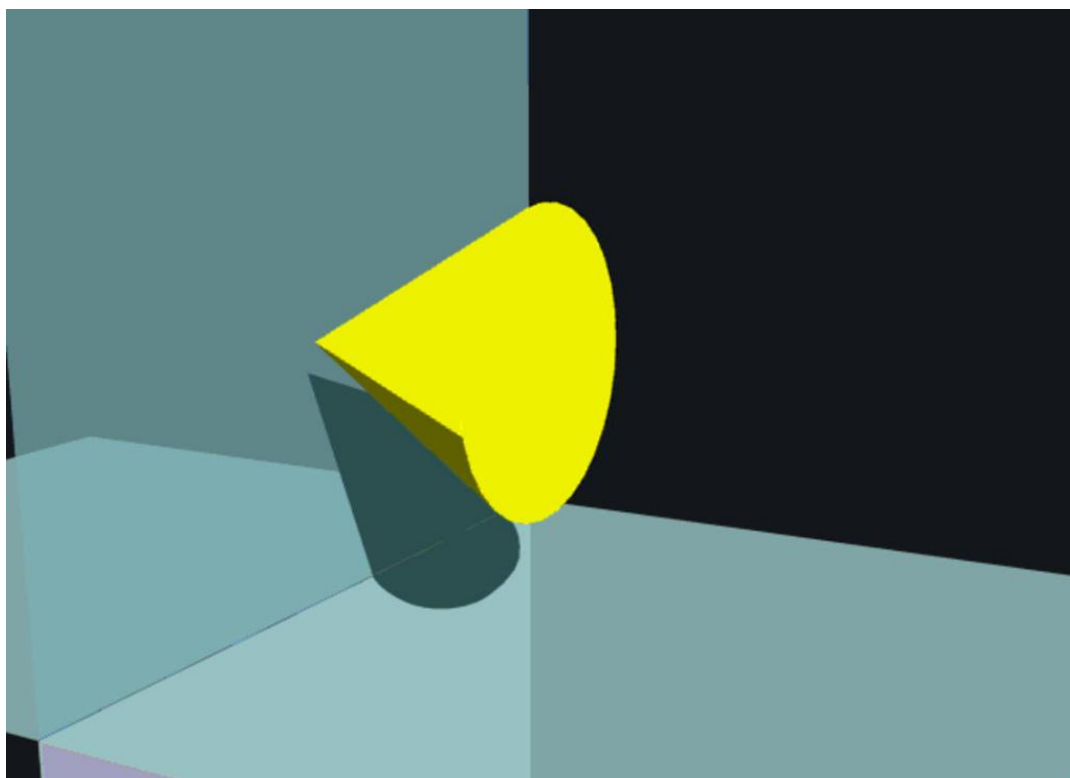


Animação nº17

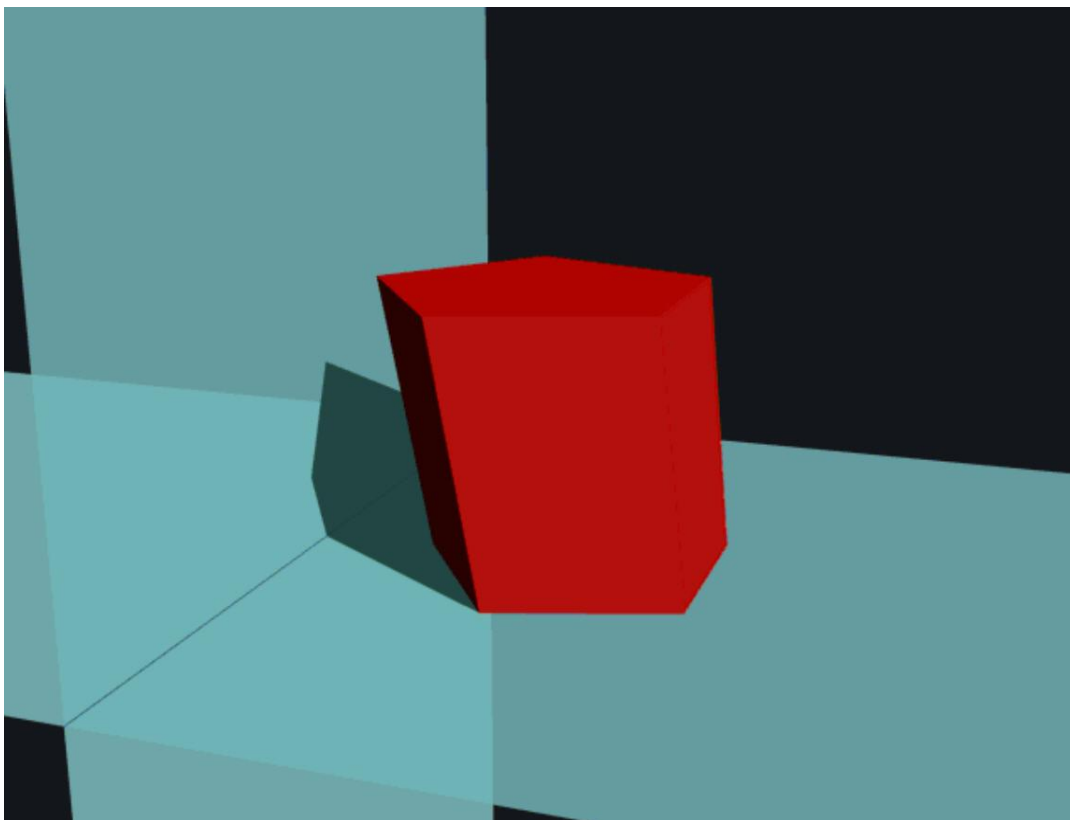


Animação nº18

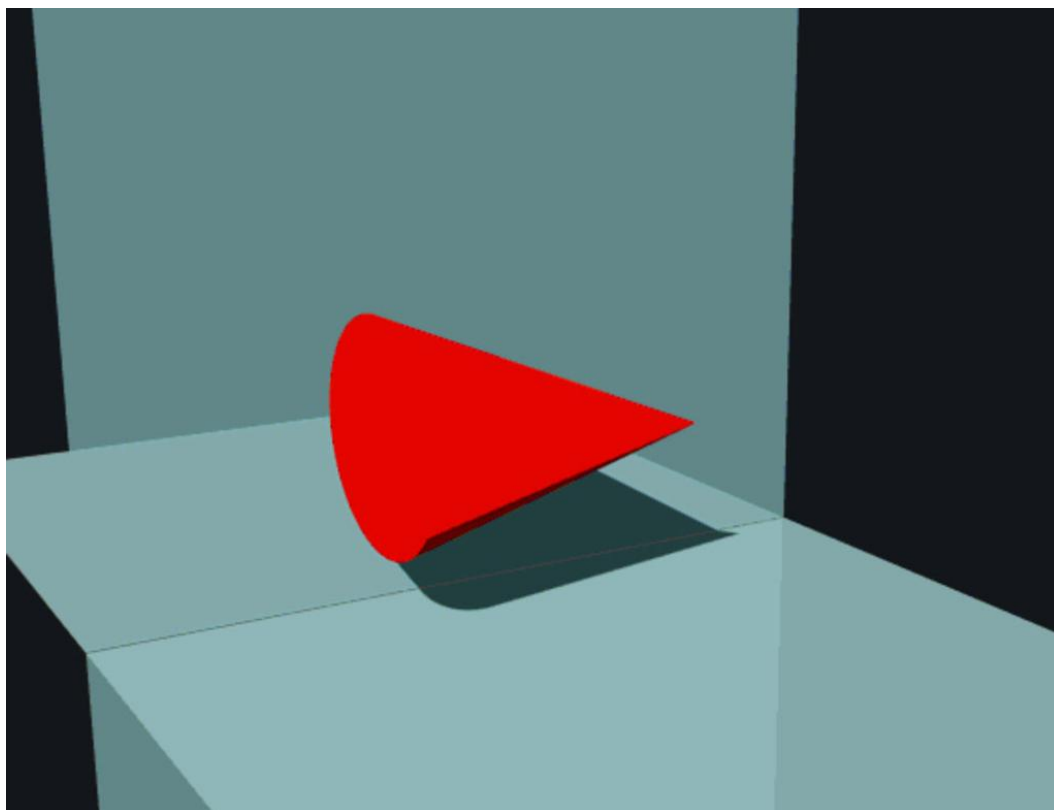
Anexo IX – Sólidos com arestas pouco perceptíveis



Animação nº12



Animação nº13



Animação nº16