

Para uma Didáctica da Geometria Descritiva

Pedro Manuel Machado Ferreira

Relatório apresentado na Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação da Universidade do Porto e Faculdade de Belas Artes da Universidade do Porto, para obtenção do grau de Mestre em Ensino de Artes Visuais no 3º Ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário.

Orientadores – Professora Doutora Natércia Alves Pacheco e Professor Doutor José Paiva

Professora cooperante – Professora Henriqueta Jordão

Escola onde decorreu o estágio – Escola Secundária Francisco de Holanda

Resumo

O presente relatório descreve e analisa a minha participação nas actividades de estágio, decorridas na Escola Secundária Francisco de Holanda, no âmbito do Mestrado em Ensino de Artes Visuais no 3º ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário.

Optou-se por circunscrever a temática do presente trabalho ao ensino e aprendizagem da Geometria Descritiva, sendo que o texto apresenta uma reflexão sobre as estratégias e metodologias de ensino e de aprendizagem da disciplina.

A experiência pedagógica realizada com uma turma do 10º ano, pretende questionar e verificar alguns caminhos para a aprendizagem, segundo diversas estratégias metodológicas que visam a compreensão e assimilação dos conteúdos e dos objectivos da Geometria Descritiva. Os diferentes dispositivos pedagógicos seleccionados tencionam negar a ideia de processos uniformes de ensino e de aprendizagem.

Outra das finalidades que o relatório persegue passa por esboçar possibilidades de agir tendo em vista os objectivos curriculares estabelecidos e a adequação à especificidade do contexto educativo encontrado. As questões que emergiram durante este processo permitiram a reflexão em torno das problemáticas relacionadas com a gestão curricular, as estratégias de ensino e aprendizagem, a motivação, os objectivos, a avaliação, a forma como foram preparadas e dinamizadas as aulas e as actividades, assim como o relacionamento pedagógico estabelecido com os alunos.

Abstract

The present report describes and analyzes my participation in stage activities, developed in the Escola Secundária Francisco de Holanda, in the sphere of the Master in Teaching Visual Arts in the 3rd Cycle of Basic and Secondary Education.

I choose to limit the theme of the present work to Descriptive Geometry teaching and learning, and the text presents a reflexion about the strategies and methods of teaching and learning this particular discipline.

The pedagogic experience reported with the 10th year class, intends to question and verify some possible ways of learning, according to multiple methodological strategies that aims understanding and assimilating contents. The different pedagogic devices selected intend to deny the established idea of uniform processes of teaching and learning.

Another goal aims to draft acting possibilities, concerning the established curricular objectives and the found educational context specificity. The questions that emerged during this process allowed a reflexion surrounding the problematics related to curricular management, teaching and learning strategies, motivation, goals, evaluation, the way the classes and the activities were prepared and streamlined, as well as the pedagogical relationship established with the students.

Résumé

Le document suivant décrit et analyse ma participation dans les activités développées dans le cadre de mon stage, ayant le même eu lieu dans le Lycée Francisco de Holanda, intégré dans ma maîtrise en enseignement d'arts visuels aux collèges et lycées.

Ayant choisi de délimiter la thématique de ce travail à l'enseignement et à l'apprentissage de la géométrie descriptive, le texte qui suit présente une réflexion sur les stratégies et méthodologies à mettre en place dans le cadre de l'enseignement de cette matière.

L'expérience pédagogique décrite avec une classe de troisième a pour but de questionner et vérifier certaines voix d'enseignement, suivant plusieurs méthodologies d'enseignement. Les différents dispositifs pédagogiques employés cherchent à contrarier l'idée d' une seule et même notion d'enseignement et d'apprentissage.

Un autre des objectifs de cette étude consiste à énumérer plusieurs plans d'action, pensés en fonction de différents objectifs visant également une plus grande adéquation aux spécificités du contexte éducatif existant. Les questions nées de ce processus ont permis une réflexion sur la gestion de l'apprentissage, les stratégies d'enseignement, la motivation, les objectifs, l'évaluation, la forme comme ont été préparés et dynamisés les cours et les activités, tout comme le rapport pédagogique établi avec les élèves.

Agradecimentos

Agradeço a todos os professores e colegas que me acompanharam neste mestrado, em especial aos professores Natércia Pacheco e José Paiva, pelo apoio e orientação que me deram na elaboração deste relatório, e à professora cooperante Henriqueta Jordão, pela disponibilidade e apoio prestados durante o estágio.

À minha companheira Diana e ao meu filho Vicente, pelo seu amor, carinho e paciência que me ajudaram a manter a tranquilidade durante esta etapa da minha vida.

Aos meus pais e ao meu irmão pelo incentivo, dedicação e apoio incondicional que sempre e mais uma vez me deram.

Índice

Resumo	3
Agradecimentos	6
Índice	7
Introdução	9
Capítulo 1 - O Contexto de Estágio	12
A Escola Secundária Francisco de Holanda	12
Definição do tema de Relatório	15
A turma 10º CT7	16
O modelo de aula instituído	19
Primeiras considerações	22
Planeamento de actividades	24
Capítulo 2 - Processos de Representação e Geometria Descritiva	26
Percursos da Representação	27
Sistemas e Métodos de Representação	31
Sistema de projecção Central	32
Sistema de projecção Paralela	32
O Ensino da Geometria Descritiva e os Métodos de Aprendizagem	36
A Geometria Descritiva e a Álgebra	36
A Geometria Descritiva e a Ilustração	37
A Geometria Descritiva e a Informática	39
A Geometria Descritiva e os Modelos	42
Capítulo 3 – Enquadramentos Teóricos de Referencia para a Acção	44
Considerando algumas teorias educativas	45
Uma teoria para a prática – Construtivismo	48
O Modelo de Van Hiele	51
Apresentação do modelo	55

Características gerais do modelo	56
Limitações do modelo	58
Teoria das Inteligências Múltiplas de Howard Gardner	59
As inteligências múltiplas	61
O desenvolvimento das inteligências	64
Inteligências múltiplas e a educação	65
Relação pedagógica - Mediação intelectual e afectiva	67
Docente e aluno: os novos papéis	68
O diálogo educativo	69
 Capítulo 4 – Actividades Desenvolvidas	72
Definições do programa	72
Cronograma	74
Ideias para os tópicos principais	75
Recursos	77
Organização social do trabalho	77
Organização da sala/formação de grupos	78
Sobre as actividades	78
Tutoria	80
Avaliação	81
 Considerações finais	84
 Bibliografia	88
Anexos	ver CD anexo

Introdução

O relatório que se apresenta decorre do estágio pedagógico, inserido no curso de Mestrado em Ensino de Artes Visuais no 3º Ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário, ministrado em parceria pela Faculdade de Psicologia e Ciências da Educação e pela Faculdade de Belas Artes, ambas da Universidade do Porto. O estágio decorreu na escola Secundária Francisco de Holanda, entre 1 de Outubro de 2009 e 30 de Maio de 2010, orientado pelos Professores Doutores Natércia Alves Pacheco e José Paiva, tendo como professora cooperante a professora Henriqueta Jordão.

A predominância de um interesse pessoal pela didáctica da Geometria Descritiva e pela investigação ao nível das Ciências da Educação norteia o aprofundamento de um contexto de envolvimento destas temáticas, de cujo trabalho de investigação e desenvolvimento resulta o presente relatório.

Sendo a Geometria Descritiva, uma disciplina bianual que integra o currículo do Curso Geral de Ciências e Tecnologias e do Curso Geral de Artes Visuais do Ensino Secundário Português, ela é geralmente ministrada através de aulas expositivas, com recurso ao quadro e por vezes a maquetes demonstrativas e/ou modelos reais ou virtuais (digitais), intercalando aulas teóricas e exercícios. Nesta concepção, o professor assume-se como figura central da aprendizagem, cabendo ao aluno assimilar, de forma passiva, e sem que seja tido em conta o seu ritmo de aprendizagem, todo o conteúdo exposto. O ensino da Geometria Descritiva para estudantes do Ensino Secundário é ainda comumente baseado na enunciação prévia de teoremas e épuras abstractas, muitas vezes complexas e dissociadas dos elementos que compõem o repertório da sua experiência visual, tornando a sua compreensão nem sempre imediata e intuitiva.

Creio que estes métodos particulares de ministrar e aprender Geometria Descritiva não auxiliam quem revela maiores dificuldades no raciocínio espacial, nem contemplam a heterogeneidade de formas de aprender. Tal facto

compromete o interesse dos alunos pela disciplina e o reconhecimento da sua importância. Por esta razão, impõe-se, no meu entender, a experimentação de uma outra metodologia no ensino da disciplina, tornando-se evidente a necessidade de utilizar novas práticas de ensino passíveis de estimular uma melhor aprendizagem e compreensão dos métodos e conceitos de Geometria Descritiva. A didáctica da disciplina revela-se, portanto, um desafio.

Durante o estágio efectivado na Escola Secundária Francisco de Holanda foi implantada uma mudança na metodologia de ensino da Geometria Descritiva A, de uma turma do 10º ano, visando facilitar a sua aprendizagem. Relatar esta experiência é o intuito central deste relatório. Neste processo de mudança de uma metodologia tradicional para outra distinta, procura-se discutir problemas identificados no ensino da disciplina, propor mudanças metodológicas, reflectir sobre os resultados alcançados e as perspectivas que a experiência sugere. Tenta-se traçar o caminho mais adequado ao contexto específico encontrado, através da utilização de mecanismos de acesso à aprendizagem da Geometria Descritiva, disponibilizando materiais que permitam ao aluno compreender o espaço tridimensional e a sua consequente representação bidimensional, e vice-versa. Mas porque o ensino não se compõe apenas de conteúdos, tenta-se igualmente ir de encontro à utilização de estratégias de cariz social e construtivista.

De acordo com o projecto de estágio inicialmente apresentado, a metodologia utilizada segue um percurso que integra, desde o início e de forma continuada, uma recolha bibliográfica e de legislação, relacionadas com os temas integrantes deste relatório. À sua consulta segue-se o respectivo tratamento da informação obtida, de modo a extrair alguns princípios orientadores. O acompanhamento de aulas durante o estágio revela-se marcante, não só pela extrema importância que representa o contacto com um contexto real, permitindo a observação, registo e subsequente reflexão com base na prática, como também pela possibilidade de, a partir dessa experiência, adaptar o planeamento das actividades futuras às circunstâncias e exigências deste meio específico, tendo em conta as dificuldades demonstradas pelos alunos, o

contexto da aula, a possibilidade de utilizar determinados métodos ou materiais, entre outros elementos determinantes para a adoção de um novo método.

Neste contexto, o primeiro capítulo será dedicado à apresentação do estágio, do seu contexto específico, da escola onde foi realizado e da forma como se definiu esta temática de relatório; faz-se ainda a apresentação e diagnóstico da turma e da metodologia utilizada pela docente da disciplina de modo a esboçar algumas considerações iniciais. No decorrer do segundo capítulo irão ser abordados historicamente, de modo breve, os diversos métodos de representação, nomeadamente no que concerne ao seu surgimento, evolução e aos fundamentos que conduziram ao aparecimento e desenvolvimento da Geometria Descritiva. Pretende-se ainda detalhar as diversas abordagens referentes ao ensino desta disciplina bem como a forma como, ao longo do processo educativo, vão sendo aplicadas. Durante o terceiro capítulo abordarei algumas teorias educativas e de aprendizagem, inicialmente de forma breve e panorâmica, para depois situar-me relativamente às questões mais presentes e que mais influíram no estágio. Neste contexto, destacam-se a utilização de ideias do construtivismo, o modelo de van Hiele, e a teoria das inteligências múltiplas, que contribuíram como suporte teórico para o entendimento e estruturação do trabalho desenvolvido.

O quarto capítulo apresenta a experiência realizada, bem como as respostas dadas pelos alunos às diversas situações questionadas.

Capítulo 1 – Contexto de Estágio

Fui acolhido para a realização do Estágio na escola Secundária Francisco de Holanda, em Guimarães, e a colega, estudante de mestrado, que me acompanhou nesta opção foi a Mafalda Nogueira.

(...) realizou-se a reunião de apresentação na Escola Secundária Francisco de Holanda. Eu e a Mafalda reunimos com o nosso orientador de estágio, o Professor Paiva, e a Professora Henriqueta Jordão (professora cooperante). Após as devidas apresentações, o Prof. Paiva esclareceu algumas dúvidas da professora cooperante relativamente às características e condições do estágio e a Prof. Henriqueta fez uma sumária apresentação da escola.

Narrativas semanais de estágio 06/10/09

Era agora oficial, estavam feitas as apresentações e tinha sido estabelecida a ligação à escola através da professora cooperante; a formalidade do momento, (que acabou por se revelar muito pouco formal) cumpriu o seu propósito, num momento importante que constituiu uma espécie de ritual de entrada. Tínhamos agora acesso à escola e estávamos oficialmente convidados e autorizados a dar início ao nosso trabalho, o projecto de estágio.

Escola Secundária Francisco de Holanda

A Escola Secundária Francisco de Holanda foi fundada em 1864, à época como Escola Industrial de Guimarães, e localiza-se na freguesia urbana de S. Paio, em Guimarães.

Observei um sentimento de pertença e de identidade com a escola nos discursos de diversos actores desta instituição de ensino, como docentes, funcionários, alunos e encarregados de educação. Pude também constatar que esta escola possui uma imagem extremamente positiva no meio onde se insere, sendo por isso muito procurada por docentes, discentes e funcionários. O facto de ser considerada uma referência prende-se com factores de que são

exemplo a qualidade dos resultados alcançados, as estratégias desenvolvidas, o clima de segurança e tranquilidade que demonstra e a capacidade de inovação que revela. No que respeita aos alunos, estes apresentam, em geral, um comportamento disciplinado e não há registo de situações de indisciplina ou violência, quer dentro, quer fora da sala de aula. Há vários anos que não é levado a cabo qualquer procedimento disciplinar. Outro aspecto a sublinhar é o relevante património que a escola detém, proveniente do tempo em que funcionou como escola industrial, e que vai ser em breve disponibilizado à comunidade, através da criação de um Museu da Memória.

A Escola Secundária Francisco de Holanda em Guimarães, onde realizo o meu estágio, foi coincidentemente a escola onde fiz a minha formação do 3º Ciclo e Secundário, que terminei há 15 anos atrás. Não será difícil entender que, apesar de ter passado tanto tempo, é com alguma ansiedade e estranheza que me vejo regressar a esta escola para realizar o estágio, sempre expectante relativamente ao tipo de recordações, sensações e caprichosos saudosismos que esta reaproximação pode acarretar e, mais importante, de que modo esta relação com o passado pode influir no meu estágio. Surpreendentemente, as primeiras impressões foram de um grande distanciamento, talvez porque a escola (como muitas outras) está em obras e as aulas estão a ser leccionadas não no antigo edifício que conheci, mas no estádio de futebol de Guimarães e em contentores no seu exterior. À excepção de um ou outro funcionário ou professor de que me recordo vagamente, tudo e todos me são estranhos. De facto, quando tento encontrar relações entre esta e a minha antiga escola, elas praticamente não existem. Constató isto com algum agrado, uma vez que a mudança é necessária e a renovação impõe-se. De qualquer modo, estas circunstâncias particulares motivam alguma reflexão sobre o que “faz” uma escola ou pelo menos o que “fez” a minha escola, o que a caracterizou e a tornou distinta, o que resistiu ao tempo e o que foi volátil e efémero.

Narrativas semanais de estágio 15/10/09

Iniciei o estágio com a segurança de que esta escola não me era estranha, sentindo que, ao contrário de partir para o perfeito desconhecido, existia uma familiaridade com todo o ambiente. No entanto, esta familiaridade levou também a que, ironicamente, tenha sofrido por outro lado com a inquietação própria de quem regressa aos locais que marcaram a adolescência, e recordam as aventuras, as alegrias, os medos e as inseguranças próprias

daquela fase. Ao longo do tempo, foi-se confirmando que a escola de que me recordava vivia agora apenas na minha memória, sobretudo no que se refere às suas instalações. Ela revelou-se como uma espécie de escola desincorporada, cuja nova forma ainda está a ser definida, mantendo-se de momento o seu aspecto transitório que, de resto, havia de ser a minha realidade durante o ano lectivo a que se refere o meu estágio.

Ouçõ frequentemente que esta situação de escola em obras e aulas nos contentores é um transtorno e não se reúnem as condições desejáveis para um “conveniente” funcionamento das aulas. Embora concorde com a generalidade destas afirmações, não posso deixar de referir que há situações que emergiram deste imprevisto que muito me agradam. As aulas são dadas no belíssimo estádio de Guimarães, reformulado aquando do Campeonato Europeu de Futebol que teve lugar em Portugal, em 2004, e uma vez que não vou muito à “bola” é bom perceber que ele não serve só para o futebol. Embora as salas pré-fabricadas apresentem algumas limitações no seu interior, de vez em quando somos brindados com vistas para o relvado ou com uma bela paisagem do seu exterior. As restantes aulas são leccionadas nos sobejamente conhecidos contentores, colocados junto do Pavilhão Gimnodesportivo do Inatel, situado a alguns metros do estádio, enquanto outras aulas e serviços continuam a funcionar no edifício da “antiga” escola. Os alunos são, portanto, “obrigados” a circular entre estes 3 locais, o que representa áreas relvadas, árvores centenárias, bancos de jardim e belos passadiços, enfim, um enorme novo recreio.

Narrativas semanais de estágio 27/10/09

Quanto às dimensões menos formais da instituição, tive de reconciliar as minhas memórias e preconceitos com esta nova realidade que se veio a revelar durante a minha reaproximação à Escola Secundária Francisco de Holanda, especialmente porque mudou o meu papel na instituição, passando de aluno a professor/estagiário, e reposicionando-me, deste modo, num “ecossistema” diferente dentro da estrutura social da escola.

Definição do tema de relatório

Eu e a Mafalda reunimos com a Prof. Henriqueta, falámos um pouco sobre o mestrado, as nossas expectativas sobre o estágio e a nossa experiência com o ensino. A Professora Henriqueta, enquanto coordenadora do Departamento de Expressões e docente de Geometria Descritiva, falou da sua total disponibilidade para nos receber nas suas aulas. Porém, tendo em conta que só lecciona Geometria, ficou de averiguar a disponibilidade de outros professores (do grupo 600) em nos receber, de modo a podermos assistir a aulas de outras disciplinas. Uma vez que alguns professores já se tinham manifestado de forma positiva, combinámos um horário que abrangia as disciplinas de Geometria (10º ano), Desenho (11º ano) e Materiais e Tecnologias (11º ano).

Narrativas semanais de estágio 12/10/09

Combinámos com a professora cooperante que a nossa abordagem de aproximação à escola seria, na fase inicial do estágio, direccionada para a diversidade. Manifestámos a nossa vontade em conhecer o máximo de professores e de disciplinas que o grupo 600 tinha para oferecer, entrando assim em contacto com um maior número de alunos e turmas, e circulando por mais salas e espaços escolares. Pretendíamos, desta forma, absorver de um modo abrangente e rápido a vida da escola, expondo-nos simultaneamente à comunidade escolar. Esperávamos, com esta dinâmica, entrar em contacto com a realidade da escola, começar a criar cumplicidades e encontrar preferências, enfim, encontrar um rumo. Como a comunidade educativa se revelou disponível e até curiosa, também porque não é comum haver estagiários “nas artes”, foram-nos disponibilizados os horários dos professores que se tinham manifestado positivamente quanto à nossa presença nas suas aulas e ficámos com carta-branca para “aparecer” conforme a nossa disponibilidade e interesse às aulas por nós escolhidas. Como os professores estavam avisados, não se mostraram surpreendidos com as nossas aparições, habitualmente combinadas nos intervalos antes de cada aula, à medida que íamos sendo apresentados aos professores. Através deste mecanismo, fomos assistir a aulas de Desenho, Oficina de Artes, Materiais e Tecnologias, História das Artes e Cultura e Geometria Descritiva com diversos professores e turmas de diferentes anos lectivos. Não foram elaborados planos para conhecer de

forma sistematizada todas as possibilidades dentro do grupo, apontando apenas para alguma diversidade. Desta forma fui, passo a passo, encontrando o meu caminho, gozando do privilégio da condição de estagiário, já que a escolha de disciplinas, turmas ou anos lectivos não é normalmente feita pelos docentes.

Numa segunda fase optei por acompanhar com mais regularidade as aulas de Geometria Descritiva e Desenho, onde a minha postura começou a ser cada vez mais participativa (à medida que ia conquistando confiança e cimentando cumplicidades) até que finalmente, na sequência do convite feito pelas respectivas docentes das disciplinas, prontifiquei-me a preparar algumas aulas. Mas foi em Geometria Descritiva, nas aulas da professora cooperante, que este planeamento foi mais sistematizado, e assumi leccionar um módulo de forma mais autónoma, em que, apesar de alguma negociação com a docente, me foi dada toda a autonomia para delinear estratégias e definir metodologias, sendo a única condição imposta a de cumprir com o programa da disciplina, dando continuidade à planificação da professora em termos de conteúdos. Deste modo, foi a esta - não desvalorizando as outras experiências de estágio - que optei por circunscrever a temática deste relatório.

A turma 10º CT7

A disciplina e turma que optei por acompanhar com mais frequência foi a de Geometria Descritiva A do 10º ano, na turma CT7 do Curso de Ciências e Tecnologias, que a nível curricular concede a esta disciplina 3 blocos de 90 minutos semanais. Não obstante o elevado número de alunos, esta turma não era dividida por turnos, como se verificava noutras disciplinas com a mesma quantidade de alunos.

Esta turma foi descrita pela professora (ainda antes do meu primeiro contacto) como uma turma razoável, com alguma apetência para a Geometria Descritiva, algo que a docente acredita justificar-se com o facto de os alunos estarem muito próximos da matemática, e que se reflecte na caracterização sócio-

económica da turma, sendo que 48% dos alunos elegem a matemática como disciplina preferida. A docente referiu ainda tratar-se de uma turma muito barulhenta e com problemas de falta de material (cuja desculpa habitual é o esquecimento).

Quanto à caracterização sócio-económica da turma, ela é composta por 26 alunos, (inicialmente eram 28 mas houve 2 transferências), sendo cinco do sexo feminino e 21 do sexo masculino, com idades compreendidas entre os 14 e os 17 anos, em que nenhum aluno apresenta necessidades especiais (ensino especial).

Estes pareceres sobre a turma, bem como a análise dos contextos sócio-económicos, impuseram-se como uma primeira representação da mesma que, no entanto, não pode ser considerada como definidora ou definitiva. Mantive, por isso, as expectativas e não planeei o primeiro contacto presumindo saber alguma coisa a respeito dos alunos. Num segundo momento, acrescentei a estas representações a avaliação diagnóstica e uma constante abertura relacional que acabaram por conduzir, de certa forma, a um melhor entendimento sobre a especificidade da turma numa perspectiva plural, atendendo às singularidades do grupo.

Em Geometria Descritiva A (10º ano - CT7), fomos apresentados pela Prof. Henriqueta como docentes que iriam acompanhar algumas aulas e que estariam disponíveis para ajudar os alunos. Logo no primeiro exercício, os alunos começaram a solicitar a nossa ajuda, e senti que ficaram curiosos e interessados em conhecer-nos e com vontade de interagir com os “novos professores”, o que fez com que fosse muito fácil ficar à vontade.

Os alunos desta turma de um curso de ciências parecem ter uma boa apetência para lidar com o tipo de raciocínios que se impõem na Geometria, mas uma maior dificuldade no que diz respeito ao desenho e ao manuseio das suas ferramentas.

Narrativas semanais de estágio 15/10/09

O primeiro contacto com a turma ocorreu com naturalidade - diria mesmo com facilidade - após sermos alvos de uma inspecção pormenorizada por parte dos alunos; através dos seus olhares mais ou menos tímidos, tive a sensação de

termos sido aprovados. Considerando o apoio individual que facultámos aos alunos, a nossa presença na sala de aula foi mais de utilidade do que de estorvo.

Nos primeiros contactos pude perceber e confirmar tratar-se, de facto, de uma turma muito barulhenta. É evidente que as condições de improvisado da sala não contribuíam para melhorar esta situação. Os alunos revelaram, na sua maioria, alguma facilidade em relacionar-se com os conteúdos e linguagem da disciplina; notei, porém, que se confrontavam com dificuldades no que concerne ao manuseio dos instrumentos de desenho, além de manifestarem problemas de falta de rigor e deficiências na apresentação gráfica dos traçados.

Esta semana assisti às aulas de Geometria Descritiva A (10º ano - CT7) da professora Henriqueta. No dia 19 a aula foi de revisão para o teste; fui para o fundo da sala para junto dos alunos mais “conversadores” com alguma esperança de que a minha presença os inibisse de fazer tanto barulho. Pareceu-me ser o local onde fazia mais falta, tendo em conta que costumam ser estes os alunos que solicitam mais apoio.

Narrativas semanais de estágio 19/10/09

Geralmente, enquanto assistia às aulas colocava-me estrategicamente no fundo da sala, um vez que conseguia observar melhor a aula que estava a ser dada, e também porque assim a minha presença não era tão distractiva para os alunos. Por outro lado, os alunos com mais dificuldades ou igualmente desmotivados, normalmente “fugiam” para o fundo da sala; deste modo, a minha presença aqui funcionava no sentido de dar apoio a estes alunos, incentivar o trabalho e também, por vezes, disciplinar.

Reparei, logo na primeira aula, que vários alunos não tinham material para trabalhar e por vezes o mesmo aristo circulava entre duas ou três pessoas. Procurei em casa e encontrei vários aristos que levei para a aula e emprestei aos alunos, com um sorriso, o que resultou no compromisso de que tentariam trazer o material necessário na próxima aula.

Narrativas semanais de estágio 19/10/09

Este tipo de episódios foi-se repetindo algumas vezes, mas os alunos foram percebendo que a falta de material nunca seria desculpa para não trabalhar uma vez que sabiam que o professor tinha material para emprestar; como o empréstimo - após o sorriso da primeira vez - era agora acompanhado de uma pequena reprimenda, começaram a “evitar” esquecer-se do material para não ter de o pedir ao professor. Foi uma forma de responsabilizar os alunos que creio ter funcionado muito bem, pois reparei que a partir de certa altura a falta de material tornou-se menos frequente e acontecia devido a motivos mais consistentes.

A aula do dia 22 foi de entrega e correcção do teste. Os resultados variaram entre o 1 e os 19.8 valores, com uma média positiva para a turma. Após a entrega e um breve momento de descompressão, em que os alunos quiseram saber as notas dos colegas, deu-se início à correcção do teste.

Narrativas semanais de estágio 22/10/09

Este resultado, que aliás se revelaria uma média recorrente, ilustra bem a heterogeneidade da turma. Tive dúvidas sobre as conclusões a tirar a partir destes resultados, mas considerei a este respeito que provavelmente uma metodologia mais eclética poderia oferecer uma maior variedade de formas de aprender que se poderiam estabelecer como fundamentais para recuperar e ir de encontro a alguns alunos.

O modelo de aula instituído

Após copiarem os enunciados que a professora escreve no quadro e ouvirem as suas explicações, começam a fazer os exercícios. Normalmente é neste período, em que os alunos estão concentrados a “entender” o enunciado, que troco algumas impressões com a professora. Depois começa o “corridinho” das dúvidas em que circulamos entre os alunos para chegar às várias mãos que se vão erguendo no ar.

Narrativas semanais de estágio 19/10/09

Para além de construir e entender as representações da turma e de estabelecer uma cumplicidade com a docente da disciplina, tornou-se

fundamental analisar e reflectir sobre a metodologia utilizada por esta, uma vez que se estabelece como ponto de partida, como realidade instituída sobre a qual irei actuar, e como entendimento da disciplina apreendido pelos alunos. Qualquer nova abordagem terá de contemplar uma provável ruptura com a realidade construída na disciplina e uma consciência do modo como as “experiências” do professor estagiário podem funcionar em proveito dos alunos e não em seu prejuízo. A mudança deverá ser real e pertinente, e não surgir só por vontade de “fazer qualquer coisa diferente” ou modificar apenas superficialmente e de forma cosmética os processos já estabelecidos.

Como tem sido habitual às terças-feiras, começámos o dia por nos encontrarmos com a professora Henriqueta (professora cooperante) e assistimos à aula de Geometria Descritiva A por ela leccionada. A nossa presença nesta aula já foi encarada com naturalidade pelos alunos e vai-se consolidando a cumplicidade com a Prof. Henriqueta. O modelo de aula que tem sido utilizado consiste, grosso modo, numa breve exposição oral dos conteúdos, apoiada por representações bi ou tridimensionais desenhadas no quadro e pela utilização de materiais como lápis ou cadernos e até as paredes para ilustrar pontos, rectas, planos e as suas posições relativas. Segue-se a apresentação de enunciados, e é dado algum tempo aos alunos para resolverem os exercícios, enquanto se presta um apoio mais individualizado à medida que os alunos vão expondo as suas dúvidas. No final, o exercício é resolvido no quadro pela professora que volta a explicar os conteúdos implícitos à resolução de cada exercício. Não foram utilizados até à data quaisquer tipos de objectos didácticos específicos à Geometria Descritiva ou qualquer género de material multimédia. Questionei a professora a este respeito e percebi a dificuldade em conseguir certos materiais didácticos e utilizá-los. Estas aulas de estrutura simples e linear têm um carácter clássico e algo tradicional. A Prof. Henriqueta referiu em determinada altura que se dedica ao ensino exclusivo de Geometria há 30 anos, facto bem patente nos seus discursos sobre a matéria, na segurança, no poder de síntese e na simplicidade das explicações, na relevância dos enunciados escolhidos que congregam as variantes de cada conteúdo, na clareza com que objectiva as dúvidas dos alunos e na eficácia da gestão do tempo.

Quanto mais convivo com estas aulas, mais consciencializo que elas “vivem” da experiência da docente que não desembocou numa mera rotina dos processos (que se apresenta como redutora da inovação pedagógica) mas invoca o pragmatismo de um processo mutável que visa o seu aprimoramento e eficácia através da própria experiência.

Uma vez que foi feito o convite para dar uma aula ou módulo, e não coleciono a mesma experiência, tenho-me questionado sobre qual vai ser a minha abordagem.

Narrativas semanais de estágio 03/11/09

No âmbito da aula de Geometria Descritiva, com o aproximar da data do teste, e depois de todos os conteúdos expostos, a professora Henriqueta tem como hábito entregar uma ficha de trabalho para ser resolvida nas aulas até ao dia do teste, para que os alunos pratiquem a resolução de exercícios e tenham oportunidade de continuar a expor dúvidas. Pelo que pude perceber, os alunos levam estas fichas bastante a sério, uma vez que servem como ensaio para o teste, além de representarem uma auto-avaliação da sua capacidade de resolver os exercícios autonomamente.

Narrativas semanais de estágio 03/12/09

Na aula de Geometria Descritiva, este dia foi marcado pela entrega do teste de avaliação, que se desenrola como um pequeno ritual: faz-se silêncio na sala e a professora vai chamando um a um os alunos, entregando o teste sem comentários. Os restantes alunos, enquanto aguardam a sua vez, tentam decifrar, através da expressão de felicidade ou desilusão, o resultado dos colegas, e segue-se a “pergunta da praxe” - “quanto tiveste?”. De seguida é feita a correcção.

Narrativas semanais de estágio 17/12/09

Esta tem-se apresentado como a metodologia recorrente no ensino da Geometria Descritiva, um processo que coloca o professor no centro da acção educativa, como detentor de conhecimento que ministra aos alunos que a recebem de forma mais ou menos passiva (foi desta forma, a propósito, que estudei geometria no secundário). É também o caso concreto do método desta docente, tido como referência positiva na escola, comprovado igualmente pelos bons resultados dos seus alunos, tanto na disciplina como no exame nacional, e sendo analisado essencialmente nesta perspectiva (classificativa) pela instituição.

Na aula de Geometria Descritiva, a professora Henriqueta, como já referi anteriormente, tem uma metodologia bastante definida, apurada pela grande experiência adquirida durante os muitos anos em que tem leccionado Geometria. Esta conjuntura leva a que as aulas se apresentem com um grande grau de eficácia

e, por outro lado, também de previsibilidade. Uma vez que combinei com a professora leccionar um módulo, tentarei inverter um pouco a forma de trabalhar da docente, trabalhando a Geometria e o desenvolvimento do raciocínio abstracto pela via menos especulativa e mais relacionável com a nossa experiência visual, optando por trabalhar a partir da criação de mecanismos intuitivos e não de enunciação prévia de teoremas. No entanto, tenho ainda algum receio de, em vez de facilitar a aprendizagem com esta "receita" ou mecanismos de resolução, acabar por dificultá-la por falta de estruturação.

Narrativas semanais de estágio (05/01/10)

O método tradicional implica que o aluno comece por conhecer conceitos, nomenclaturas, definições e notações, e também os elementos geométricos básicos que irá posteriormente usar nas suas actividades. Depois de adquiridas estas noções é então possível começar a entender as propriedades desses elementos geométricos e das suas projecções. A aplicação das projecções aprendidas em épura, planos auxiliares e a solução dos primeiros problemas envolvendo Geometria Descritiva e representação gráfica constituem o próximo passo. A repetição constitui, na resolução de problemas da Geometria Descritiva, uma importante fase, já que permite ao aluno apurar habilidades no âmbito tanto da análise como da síntese, passando assim a compreender melhor as representações e abrindo o leque de procedimentos geométricos passíveis de aplicar em problemas de Geometria Descritiva. Finalmente, o último ponto do desenvolvimento do domínio na aprendizagem consiste na capacidade de sugerir soluções optimizadas para os problemas de Geometria Descritiva, mostrando-se o aluno habilitado a avaliar suas próprias propostas ou soluções no âmbito de exercícios resolvidos.

Primeiras considerações

Ao longo do tempo em que assisti à disciplina, sobretudo durante o primeiro período, fui-me intrigando com algumas questões, nomeadamente como se poderia estruturar e instituir uma metodologia para o ensino da Geometria Descritiva com base numa nova abordagem conceptual, dando primazia à aprendizagem baseada em projectos. Enfim, considerei uma metodologia

alternativa que sugere a inversão da disposição em que convencionalmente os conteúdos são estudados. Deste modo, a ideia consistia em começar a trabalhar com base na representação (em livre formato) de objectos mais familiares aos alunos, em vez de principiar logo com pontos, rectas e planos. Do desenho desses objectos, partia-se, depois, para a sua desconstrução em elementos básicos (ponto, recta e plano). As mudanças mais significativas desta abordagem em relação à tradicional residem na apresentação das noções fundamentais através do estudo de sólidos ou outros objectos e a planificação e construção de modelos reais. Por outro lado, também o modo como são apresentados os exercícios é passível de alteração, no que se refere a estimular o uso da cor e de outros mecanismos gráficos que simplifiquem a distinção dos elementos e incrementem o interesse dos alunos.

Um dos objectivos passava também por desenvolver nos alunos a capacidade de trabalhar colaborativamente num grupo, ou autonomamente e de acordo com o seu próprio ritmo. Uma vez reconhecida uma grande diversidade de ritmos individuais de aprendizagem, qual seria a possibilidade de agilizar e compatibilizar alguns destes ritmos? Que mecanismos poderiam ser invocados? A este respeito considero essencial, tanto para os alunos como para os professores, que planifiquem, em conjunto, quando e como levar a cabo as diferentes etapas do trabalho. Tratando-se a investigação de informações e materiais pelos alunos de um dos pontos mais importantes, creio que o tempo necessário para a realização desta tarefa é muitas vezes subestimado.

Uma das minhas estratégias era tornar o aluno o centro da sua própria aprendizagem. Contudo, neste paradigma de ensino aprendizagem, a postura participativa do aluno é um requisito mínimo para a compreensão do assunto em discussão. Assim, de acordo com o princípio desta teoria, um aluno motivado a aprender pode, em prol de uma aprendizagem mais activa, invocar uma maior disponibilidade e envolvimento na disciplina.

Relativamente à intenção de promover esta predisposição, foi minha preocupação que a transição do método mais tradicional de ensino utilizado pela docente da disciplina para um ensino de base mais construtivista não afectasse os alunos, gerando confusão quanto ao entendimento do seu novo papel, pois introduz um conjunto de novas posturas, como por exemplo, o abandono de um comportamento mais passivo. O mesmo se aplica à docente, já habituada ao ensino tradicional, que necessitaria de adaptar-se à nova dinâmica de aula sugerida por esta metodologia. Seria necessário o máximo de clareza e transparência no diálogo a promover aquando da introdução das mudanças. Neste contexto, após um natural período de adaptação, o aluno precisaria de estar constantemente à procura de novos desafios e, sempre que possível, compartilhar as suas dúvidas e experiências com os colegas e professores. É através desta interacção, e da superação das dificuldades encontradas durante as actividades propostas pelo professor, que o aluno alcança a maturidade para compreender o conteúdo apresentado.

Planeamento de actividades

Por maior complexidade que envolva a organização da escola e toda a acção educativa, é indispensável ter sempre bem presente que a interacção professor-aluno constitui o suporte estrutural, cuja dinâmica concretiza o fenómeno educativo. Portanto, foi desde o início considerado este pressuposto básico para o planeamento da unidade.

Ao delinear o trabalho, quis estar familiarizado com o que poderia pôr efectiva e realisticamente em prática, de maneira a seleccionar (depois da negociação com a docente) o que se apresentasse como melhor alternativa, tendo sempre como prioridade a adaptação às necessidades e interesses dos alunos. Reconhecendo que as condições de trabalho diferem de escola para escola, teria de adaptar o planeamento das actividades às circunstâncias e exigências deste meio particular.

Considerando que o ensino, enquanto guia das situações de aprendizagem, auxilia os estudantes a atingirem os resultados desejados, o exercício de planeá-lo é especialmente importante para fomentar a eficiência da acção a ser desencadeada no âmbito escolar. Considerarei, para o efeito, por ordem de abrangência, projectar, globalmente, a actividade a ser levada a cabo, disciplinar fracções da acção pretendida no plano global e particularizar as efectivações diárias para a materialização dos planos anteriores.

Pelo apoio que o planeamento concede à actividade do docente e dos alunos, é considerado etapa obrigatória de todo o labor docente. O planeamento fornece mais segurança à concretização dos objectivos delineados pelo professor, contribuindo para evitar as suas hesitações, e ainda facilita a verificação da qualidade do ensino orientado pelo professor e pela escola.

Como objectivos do planeamento de ensino considerarei a racionalização das actividades educativas de modo a assegurar um ensino efectivo que levasse os alunos a alcançar os objectivos estipulados, sendo capaz de verificar e avaliar a marcha do processo educativo.

O planeamento da unidade passaria pelo diagnóstico das necessidades específicas da turma, definição de objectivos estratégicos, caracterização do público-alvo e contexto da realização da formação. A caracterização do público-alvo deve ser sublinhada como um aspecto fulcral no ensino secundário. A idade, a formação e experiência anterior, bem como os hábitos de estudo já adquiridos são factores condicionantes sobre a forma como se cria e desenvolve toda a actividade. No que respeita ao âmbito de execução da formação, interessa ponderar o número de alunos, o acesso aos materiais de ensino, e a duração das aulas. É ainda importante ter em conta a clareza dos objectivos, a selecção dos conteúdos, a enunciação da metodologia de ensino, a estratégia docente, bem como a organização social do trabalho. O planeamento deve igualmente atender à produção dos materiais de ensino e dispositivos didácticos e à organização da estrutura logística de apoio (salas, sistema informático, Internet, etc.). Outros aspectos a considerar prendem-se com a avaliação das aprendizagens e das actividades em si.

Capítulo 2 - Processos de representação e Geometria Descritiva

O acto de representar, nascido da necessidade de materializar as imagens e dinâmicas mentais revela-se, por motivos de ordem diversa, e de acordo com a sua finalidade ou sentido, em três tipos essenciais: Simbólico, Estético e Operativo. Estas denominações, aplicadas usualmente no que respeita à avaliação de objectos de design, serve os propósitos desta análise da representação. Ela nunca é, porém, meramente simbólica, estética ou operativa, mas imbuída de todos estes elementos, designadamente uma vez que o simbolismo, ao mesmo tempo que se articula com a estética, integra também representações operativas, e, também nestas reside uma estética que lhe é inerente.

No campo simbólico, desde cedo se revelou o mecanismo de conceder significado a um determinado signo. A título de exemplo, crê-se que algumas marcas gráficas oriundas da pré-história se referem às noções de feminino e de masculino. No âmbito de desenho técnico aplicado à arquitectura, à cartografia, à engenharia ou ao design ressalta a relevância da representação simbólica. Este simbolismo está patente nas suas diversas componentes, sejam os traçados, as cores, os signos ou até a organização dos elementos.

A Estética, embora não constitua um fim em si mesma, serve de complemento à obra simbólica ou icónica. O conceito, que varia consoante épocas e civilizações é, na sociedade ocidental, delimitado na Antiga Grécia (*aisthetikós*). Aqui, o debate em torno da Estética, aliada à Lógica e à Ética, esclarece as normas que a Obra de Arte deve cumprir de modo a ser harmoniosa. Outro exemplo é o Antigo Egipto que definiu os seus cânones particulares de representação da figura humana, que se organizava de acordo com uma regra de proporção.

O carácter operativo de uma representação é definido essencialmente pela sua componente utilitária. Advém de uma necessidade que é a de descrever a ideia de uma forma com a maior precisão possível, utilizando uma linguagem gráfica

que seja inequivocamente compreensível e identificável. Essa representação deve obedecer a um código (que tem de ser previamente conhecido por quem a observa, analisa e descodifica) que origine uma leitura única. O carácter operativo é aquele que confere maior cunho à representação no campo da Geometria Descritiva.

Percursos da representação

As primeiras representações conhecidas provêm da pintura rupestre, são bidimensionais, e expressam formas livres e naturais. Poderá argumentar-se que estas representações procuravam exprimir uma visão pessoal, pela utilização de diversos pontos de vista. O corpo do animal, por exemplo, era representado de lado, enquanto os chifres e os cascos eram apresentados de frente. Este método alcança o seu máximo expoente no período Madelenense, altura em que o ponto de vista se revela único, lateral. Perante a falta de um certo realismo que seria dado pela terceira dimensão, aproveita-se o próprio relevo das paredes da gruta para gerar um efeito volumétrico.

É na arte egípcia que a sobreposição de diferentes pontos de vista é mais evidente. Neste caso, o homem era representado através do tronco (acentuadamente triangular) enquanto os olhos eram observados de frente e a cabeça, braços e pernas de perfil. As figuras desfilam sobre uma linha, numa ausência da profundidade espacial, em escalas diferentes, de acordo com a hierarquia social, num rigoroso cumprimento de regras. Esta influência é também evidente na cultura mesopotâmica e nas primeiras civilizações do Egeu. Poder-se-á questionar a ausência total de perspectiva e a preferência pelo ponto de vista lateral, mas a verdade é que este método cumpria melhor o papel de alcançar uma imagem clara e única do ente representado, como se do alçado de um edifício se tratasse. Já naquela época o Homem se apercebia que uma representação que não corresponda na verdade à “perspectiva” real mais habitual pode tornar-se mais eficaz na mensagem que transporta. A ilustração científica, por exemplo, socorre-se deste método de simplificação, do

ponto de vista ideal e da sobreposição de estados anacrónicos para testemunhar de forma mais eficaz o conceito verbalizado.

O lugar do natural característico do Paleolítico vai ser ocupado, nos períodos Mesolítico e Neolítico, pela geometrização. As formas representadas tornam-se lineares, curvas ou rectilíneas, elementares, destituídas de detalhe, adquirindo, por vezes, um cunho decorativo. As figuras, tanto humanas como animais, vão adquirindo um carácter cada vez mais abstracto, chegando ao ponto de formar uma linguagem simbólica, que pode ser equiparada a uma espécie de sinalética. Esta é a segunda contribuição do período pré-histórico para o carácter operativo de uma imagem. Tanto a geometria como a simplificação fornecem muito mais eficácia à leitura de uma representação. Noutro contexto, no Antigo Egipto utilizaram, no âmbito principalmente da divisão da terra mas também na arquitectura, uma geometria mais rigorosa.

Na Antiga Grécia a Geometria adquire estatuto de ciência, tendo sido metodizada por Euclides através de uma base dedutiva. “Elementos” é o tratado (constituído por 13 livros) que passa a ser de referência incontornável no âmbito da Geometria. Tão relevante que permanece válido hoje em dia, apesar de presentemente alguns princípios serem refutados por matemáticos.

O ideal estético, em arquitectura, escultura ou pintura, deriva do rigor de proporções e de relações geométricas. A Regra de Ouro ou Secção Áurea definia as proporções ideais do rectângulo e todas as formas que nele se inscrevessem. Na cultura Romana recupera-se a representação do natural. A figura humana é retratada em posturas mais livres, em posições frontais, num espaço tridimensional pouco inteligível. Nesta época emerge um género ilusório (classificado em 4 estilos) na pintura parietal dos compartimentos das “villas” que pretendia não só a imitação de materiais (como o mármore), como a criação um espaço mais amplo ao sugerir profundidade. Considerada uma técnica bastante avançada para a época, seria recuperada no Renascimento e no Barroco para a pintura de tectos e paredes, designada de “Trompe l’oeil”.

Na Idade Média o caderno de Villard de Honnecourt demonstra como as catedrais eram então desenhadas em planta e elevação (alçado). O documento contém exemplos da Geometria (quando a geometria euclidiana era ainda desconhecida), técnicas de construção, e exemplifica pormenores das catedrais de Laon e Reims, entre outros monumentos, representadas em planos fronto-paralelos. Quanto à pintura, tentava-se transmitir a ideia de profundidade através de uma perspectiva “tosca” com dimensões empíricas e que demarca, de certa forma, o começo da aplicação dos princípios do que seria designado posteriormente de Perspectiva Cavaleira.

Não obstante estas evoluções que se foram verificando ao longo do tempo, é no Renascimento que sucedem as maiores transformações na representação pictórica, para o que contribui em larga medida o desenvolvimento da Perspectiva. São vários artistas que, nesta época, procuram uma representação mais próxima possível da que é dada a observar através da visão humana. As gravuras de Albrecht Dürer, na obra “Unterweisung der Messung mit dem Zirkel und Richtscheit...” (“Instrução da medição com o compasso e a régua...”) de 1525, ilustram bem a demanda científico-empírica por normas que facultariam uma representação rigorosa, em perspectiva, superando o que os antepassados haviam alcançado de forma intuitiva e aproximada. Muitos outros artistas deixaram inúmeros escritos e ilustrações referentes a essa pesquisa.

Esta inovação também serviu os propósitos de outros campos, como a representação dos espaços arquitectónicos. Embora tenha ficado constituído o princípio de um dos sistemas de projecção mais utilizados na representação (a projecção central ou cónica, que está na base da representação da Perspectiva) foi necessário esperar por Gérard Desargues para demonstrar o conceito de intersecção de rectas paralelas no infinito. Desargues concebe, de acordo com alguns estudiosos, a Geometria Projectiva, uma geometria não euclidiana. Seria Jean Poncelet, porém, a desenvolver o estudo sistemático da perspectiva, socorrendo-se das operações mongeanas.

Noutra abordagem, os arquitectos preferiam a representação em planta, alçados e cortes de forma a ilustrarem a sua obra. Indiferentes ao conceito da perspectiva cónica, estas representações equivaliam a vistas frontais afastadas, sem exporem os defeitos das técnicas empregues pelos pintores, apesar de a noção de projecção ortogonal não ser ainda ponderada de modo consciente.

Era comum, no séc. XVII, utilizar-se a perspectiva militar ou aérea na cartografia, que difere da perspectiva cónica por se basear num sistema de projecção paralela. Este processo tem por base desenho dos edifícios em planta e a terceira dimensão orienta-se a 90º relativamente à horizontal. Pedro Texeira usou-o desta maneira em 1656, no levantamento topográfico de Madrid.

Gaspard Monge incrementa (1794), por seu turno, um método que, baseando-se numa metodologia de projecções em dois planos (ortogonais entre si), consentirá que se represente qualquer forma, real ou não, podendo descrever-se a partir daí com todo o rigor. Monge designa esta doutrina de Geometria Descritiva. Na escola militar de Mezières, onde Monge trabalhava como agrimensor, levou a cabo um estudo para “teoria das fortificações” cuja finalidade era obter, em termos de defesa, uma forma de nada ficar exposto ao fogo directo do inimigo. Essa investigação foi concretizada em tempo recorde, já que Monge associou aos processos de cálculo aritmético uma metodologia baseada no desenho, em projecções ortogonais sobre dois planos de projecção. Este método foi de tal modo relevante que instantaneamente ficou confinado a segredo militar e só mais tarde foi possível torná-lo público. É então que Monge dá à estampa o primeiro tratado de Geometria Descritiva “*Géométrie Descriptive*” e ainda “*Géométrie Descriptive. Leçons données aux Écoles Normales l’an 3 de la République*”, um manual escolar. Instantaneamente, a Geometria Descritiva descobre utilidade como base científica na Estereotomia (corte da pedra), posteriormente ao corte da madeira e, mais recentemente ao do ferro. De igual modo encarou o estudo das Sombras como um relevante campo de intervenção.

Com a Revolução Industrial do séc. XIX, a produção fabril exige a presença de um plano em que a representação baseada na projecção paralela ortogonal é a eleita por melhor cumprir os desígnios da comunicação entre criador e produtor, em que se aplicam os fundamentos da Geometria Descritiva conhecidos. Ao longo do séc. XIX e XX banalizam-se as representações em planta, alçados e cortes, e também as “perspectivas” rápidas (cavaleira, militar, gabinete e as axonométricas isométrica, dimétrica e anisométrica) que, apoiadas no princípio da projecção ortogonal, dispensam a complexidade de representação da perspectiva cónica.

Ao engenheiro inglês William Farish é atribuída a “perspectiva” Isométrica que, perante a necessidade de obter um desenho adequado às técnicas de fabrico, desenvolve uma metodologia de representação baseada na Trigonometria. Farish publicou em 1822 a obra expositiva dos princípios da isometria: “*On Isometrical Perspective*” (Krikke, 2000). Mais tarde, na Alemanha, o matemático e engenheiro Julius Ludwig Weisbach (1806-71) introduziu os termos de Axonometria Monométrica e Anisométrica (Costa, 2005), publicados em “*Anleitung zum axonometrischen Zeichnen*” de 1857. Estas metodologias de representação são aplicadas não só à cartografia, à arquitectura ou à engenharia mas também ao design, à época uma disciplina emergente.

Sistemas e Métodos de Representação

Dois sistemas de projecções delimitam todo o caminho traçado no sentido de encontrar um processo de representação com base científica aplicável ao desenho rigoroso. São eles:

- Sistema de Projecção Central ou Cónica, relativo a pontos de vista do observador a distância finita;
- Sistema de Projecção Paralela ou Cilíndrica, correspondente a pontos de vista do observador a distância infinita.

Cada um destes sistemas desmultiplica-se em diversos processos, adaptando-se às carências particulares de cada projecto.

Sistema de Projecção Central

O Sistema mais próximo da realidade é o de Projecção Central ou Cónica (a visão ou a estrutura de uma máquina fotográfica, que se baseia na primeira, exemplificam essa proximidade). A sua utilização integra três situações distintas:

- Projecção Central e Paralela, com um Ponto de Fuga (ponto para o qual convergem todas as rectas paralelas entre si);
- Projecção Central e Angular, com dois Pontos de Fuga;
- Projecção Central e Oblíqua, com três Pontos de Fuga.

Este sistema possibilita alcançar representações que comumente se designam por “Perspectivas”, sendo a perspectiva da Projecção Central e Paralela, por ser simples de executar, a que é usada habitualmente. Encarando-se a forma como a configuração que um objecto apresenta, a Forma representada frequentemente não equivale à real. Deste modo, a aplicação da Perspectiva e respectiva Sombra servem de complemento ao plano, pois permitem obter uma visão global, mais realista e de interligação das componentes do conjunto de formas projectado. Essas características, todavia, não lhe concedem o cerne da sua efectivação, ou seja, a sua função operativa.

O Sistema de Projecção Central é igualmente aplicado à Teoria das Sombras, em que se estabelece a sombra de um conjunto de formas a partir de uma fonte de luz que se situa a distância finita.

Sistema de Projecção Paralela

Ao permitir que a forma representada corresponda à forma real, o Sistema de Projecção Paralela ou Cilíndrica é o mais frequentemente aplicado. Quando as faces de um objecto tomam um alinhamento paralelo ao Plano de Projecção (PP), como o plano do papel de desenho, a sua configuração não sofre as alterações próprias da perspectiva cónica, sendo as dimensões da forma representada precisamente iguais às da forma que se pretende obter.

A posição que o observador ocupa (no infinito) perante o Plano de Projecção, divide este sistema em dois subsistemas:

1º - Sistema de Projecção Paralela Ortogonal, correspondente a um ponto de vista “frontal” ao plano, ou seja, ortogonal em relação ao(s) plano(s) de projecção, isto é, a recta que passa por qualquer dos pontos a representar (projectante) é perpendicular ao PP;

2º - Sistema de Projecção Paralela Oblíqua, correspondente a um ponto de vista não “frontal” ao plano, ou seja, a recta que passa pelo ponto a representar (projectante) é oblíqua em relação ao PP.

Existem diferentes métodos cuja utilização varia consoante as particularidades do objecto, bem como da quantidade e tipo de vistas que se pretende recolher.

No que diz respeito ao Sistema de Projecção Paralela Ortogonal, também designado por Sistema de Projecção Ortogonal, usam-se os seguintes métodos:

- Método de Monge ou Dupla Projecção Ortogonal, executada em dois Planos de Projecção ortogonais entre si. A Dupla Projecção Ortogonal, que nasceu com função de solucionar determinadas questões de engenharia militar, foi especialmente aplicada ao corte da pedra (Estereotomia), da madeira e do ferro. Actualmente desempenha um importante papel de âmbito didáctico no que concerne à análise dos problemas geométricos e da sua representação, ou seja, à Geometria Descritiva.

- Vistas Múltiplas: realizada em três ou mais planos de projecção ortogonais entre si, sendo as convencionais:

- Triédrica: quando se utilizam 3 PP ortogonais entre si (idêntica à aplicação do Cubo Envolvente, mas utilizam-se as três vistas mais significativas);

- Hexaédrica ou Cubo envolvente, quando se usam 6 PP segundo a orientação das faces de um cubo:

- Método Europeu, quando as projecções se executam nas faces interiores do cubo;
- Método Americano, quando as projecções se realizam nas faces exteriores do cubo.

As Vistas Múltiplas aplicam-se ao projecto de Design, de Arquitectura ou de Engenharia, pois correspondem normalmente às vistas das diferentes faces de um objecto, edifício ou estrutura. Se uma forma tridimensional tem lados paralelos visualmente idênticos, a representação Triédrica é suficiente para dela se ter um conhecimento completo. A Arquitectura, por sua vez, socorre-se de uma adaptação das 6 vistas, sendo a vista inferior suprimida por razões óbvias.

- Projecção Cotada, executada num único PP e em que os pontos ou linhas apresentam uma Cota (distância destes ao plano de referência). A Projecção Cotada é, sobretudo, utilizada na Cartografia, com a indicação de linhas a igual altitude relativamente ao nível do mar – as Curvas de Nível – e em Arquitectura, nos projectos de implantação dos edifícios com a indicação das cotas nos diversos pontos do terreno.

O Sistema de Projecção Ortogonal também se presta à obtenção de projecções de perspectivas, distintas e mais fáceis e rápidas de conseguir do que do Sistema de Projecção Central ou Cónico. Os factores de redução das suas dimensões fazem-se, convencionalmente, por valores aproximados (logo, mais fáceis de calcular). Segundo a posição do objecto perante o Plano de Projecção (segundo a orientação dos 3 eixos que definem o espaço), obtém-se:

- Projecções Axonométricas:
 - Isométrica, quando os 3 eixos fazem igual ângulo com o PP;
 - Dimétrica, quando 2 eixos fazem igual ângulo com o PP;
 - Trimétrica ou Anisométrica, quando os 3 eixos fazem ângulos diferentes com o Plano de Projecção.

O Sistema de Projecção Paralela Oblíqua encontra aplicação na obtenção de projecções de perspectivas rápidas e na execução das Sombras de acordo com uma fonte de luz colocada no infinito e segundo uma direcção convencional.

Deste modo, o Sistema de Projecção Paralela Oblíqua compreende:

- Perspectiva Cavaleira, correspondente a um ponto de vista frontal;
- Perspectiva Militar ou Aérea, correspondente a um ponto de vista superior;
- Perspectiva de Gabinete, semelhante à Perspectiva Cavaleira;
- Teoria das Sombras, em que a fonte de luz se situa a distância infinita: convencionalmente, a direcção da luz corresponde à diagonal do cubo, assente nos dois planos de projecção, que passa pelos vértices anterior superior esquerdo e posterior inferior direito.

De referir que os métodos de representação baseados no Sistema de Projecção Paralela são adequados à realização de projecto, uma vez que a grande maioria das formas que o Homem concebe tem um principio estrutural paralelepipedico, prismático ou cúbico ou, pelo menos, podem ser envolvidas por tais formas, o que não significa necessariamente que, no campo de acção da Geometria Descritiva, não se resolvam problemas relacionadas com formas complexas, como os Toros, os Parabolóides ou os Hiperbolóides.

Em conjunturas que revelem elevado grau de complexidade, será preciso fazer as devidas adaptações aos métodos convencionais para resolver a questão da comunicação do desenho, ou recorrer as outras ferramentas. Frank O. Gehry, a título de exemplo, não seria capaz de conceber (nem poderia ter sido construído) o Museu Guggenheim de Bilbao, com toda a complexidade que as suas formas implicam, sem recorrer a modelos, sensores de “posicionamento topográfico” e, em geral, a sistemas do domínio da computação gráfica.

O ensino da Geometria Descritiva e os Métodos de Aprendizagem

A partir do momento em que Gaspard Monge determinou os fundamentos teóricos da Geometria Descritiva, converteu-se no seu primeiro docente:

“On his return in 1794 he was made a professor at the short-lived Normal school, where he gave lectures on descriptive geometry; the notes of these were published under the regulation above alluded to (...). He was then made professor at the Polytechnic school, where he gave lectures on descriptive geometry; these were published in 1800 in the form of a textbook entitled *Géométrie descriptive*.” (Ball, 2010: 351)

Desde essa altura que não cessou a busca por uma metodologia na sua abordagem ou uma pedagogia ajustada às suas características científicas. Até ao presente, já percorreu diversos caminhos subordinados tanto ao grau de conhecimentos dos discentes como à disponibilidade de ferramentas e tecnologias. Assim, é permissível declarar que, limitado entre os princípios da Álgebra e do Desenho à utilização do computador, o ensino da Geometria Descritiva parte de matérias oriundas de origens simultaneamente contrárias, convergentes e complementares.

A Geometria Descritiva e a Álgebra

Quando encarada como um ramo da Álgebra, a Geometria Descritiva implica desde logo um recurso ao cálculo algébrico de modo a justificar o método de projecções aqui empregue. Não se pode deixar de relacionar este facto com a relação que se estabelece entre a Geometria Projectiva (concebida, como já foi mencionado, por Poncelet no séc. XVIII, a propósito, discípulo de Monge) com a Geometria Descritiva.

Tomemos como exemplo a Representação de um Ponto situado no primeiro Diedro em Dupla Projecção Ortogonal que pode ser explicada pela relação de

igualdade entre distâncias no espaço e em projecção.

A partir do momento em que o aluno apreende o conceito de Projecção horizontal e frontal, não carece de qualquer ilustração em perspectiva para entender como as coordenadas do ponto se reflectem (ou se projectam) na sua representação no plano, pois a sua imagem é determinada mentalmente e de modo racional. No que respeita aos estudantes dos cursos de áreas científicas do ensino secundário, este parece ser é o processo de eleição. Não obstante o afastamento do Desenho a que são votados durante dois anos (10º e 11º), o conhecimento mais avançado da Álgebra, e em especial da Geometria, apreendido na disciplina de Matemática, reforça essa escolha. Numa abordagem diametralmente oposta, os alunos da área de Artes, manifestam no início maiores objecções ao uso deste sistema, algo que é evidenciado pelos melhores resultados conseguidos pelos estudantes da área Científica em relação aos de Artes, de acordo com a prática docente em ambas as áreas. “Elementos de Geometria Projectiva e Geometria Descritiva” (1969), obra de Luís de Albuquerque a partir da sua experiência docente no Ensino Superior em Lourenço Marques é elaborada sem recurso a ilustrações exceptuando uma, explicativa do conceito de projecção, revelando também como um aluno, com um nível de raciocínio abstracto avançado, pode dispensar outras metodologias. É preciso ter em conta que esta publicação se dirige a um público universitário, logo, já detentor de noções prévias.

A Geometria Descritiva e a Ilustração

O uso de comunicação gráfica procura complementar a comunicação verbal e algébrica, sendo mais usual o recurso a ilustrações, já que melhor exemplificam uma determinada situação no espaço. As obras escritas e os manuais escolares referentes à Geometria Descritiva utilizam essencialmente representações bidimensionais em “perspectiva” cavaleira ou isométrica, que cumprem a função de tornar a comunicação mais clara, já que se limitam ao fundamental. O próprio aluno poderá mesmo socorrer-se deste género de representação para resolver problemas espaciais, pela sua simplicidade e

facilidade de execução. A título de exemplo, a representação de um ponto, situado no 1º diedro, em perspectiva e em dupla projecção ortogonal (Fig. 1).

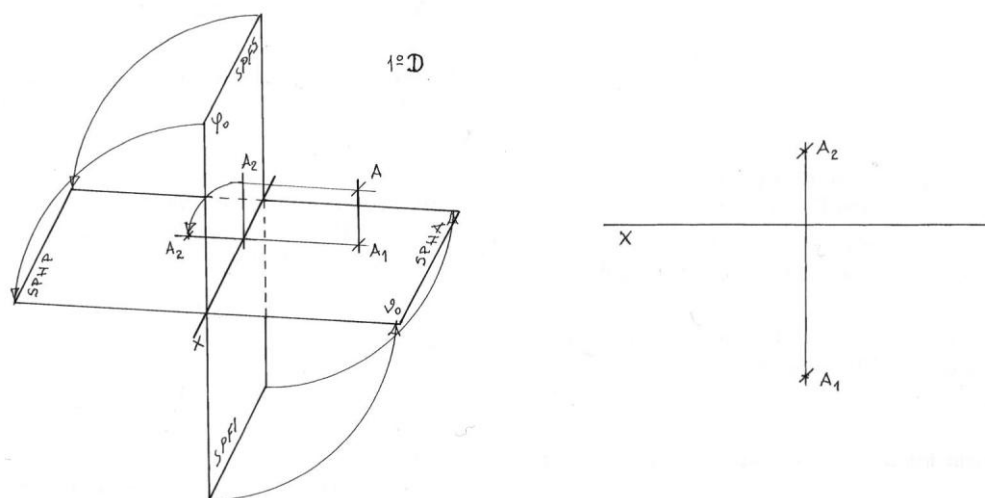


Fig.1 – determinação das projecções de um ponto A, (SANTA – RITA, 2004: 76)

Observando a imagem, a explicação por escrito deixa de ser indispensável perante a exemplificação ilustrada do rebatimento dos planos de projecção da forma a chegar de uma situação espacial à folha de papel. No entanto, ela constitui-se como componente essencial na racionalização do processo de representação. Tratando-se de um processo que recorre à exploração da memória visual, os alunos de cursos de Artes Visuais elegem-no como método preferencial. Este é um processo incontornável em qualquer publicação e mesmo no âmbito das aulas práticas, pelas vantagens que apresenta.

Além dos métodos, também os instrumentos utilizados na representação gráfica foram sofrendo uma evolução ao longo do tempo. Se antes eram eleitos utensílios como aparos e tinta-da-china preta, estes passaram a ser preteridos por outros materiais que facilitam inclusive a utilização da cor.

“By using colours wherever possible repeated elements in the construction are emphasised. Students are enabled to identify them easily in complex drawings and to find explanations on the corresponding geometrical background within the booklet.” (Pütz, 2001, 271)

A cor, como referem alguns autores, representa ela própria uma mais-valia a nível pedagógico no ensino da Geometria Descritiva, sobretudo quando se trata da sua fase inicial. A atribuição de cores a cada uma das projecções (horizontal e frontal) possibilita relacionar com mais facilidade as respectivas projecções no espaço e a sua representação em épora.

Outra ferramenta de desenho que se reveste de especial interesse e muito veio contribuir para a diversificação e aperfeiçoamento da comunicação gráfica (tornando também mais atractiva) foi o computador, na medida em que, entre outros aspectos, facilita a criação de superfícies e transparências entre si.

Outro método de ilustração de conteúdos utilizado mais recentemente por alguns docentes tem sido os exemplos animados, recorrendo a software gráfico, sendo que a animação facilita a simulação do processo de projecção, as equivalências do espaço e o ponto de vista de cada uma das projecções ou procedimentos, a partir da imagem em movimento. Deste modo, programas como o 3D Studio ou o Adobe Flash, possibilitam a produção de modelos geométricos a partir dos quais são criadas, simultaneamente ou não, imagens das suas projecções ortogonais e sucessivas projecções de quaisquer perspectivas. Apesar do domínio de algum deste software ser bastante complexo, afigura-se como uma boa opção, por dispor de funções de animação dos elementos desenhados muito diversificadas. Além disso, permite em alguns casos, nomeadamente a quem domine a sua linguagem Script, incluir funcionalidades de controlo e interactividade.

A Geometria Descritiva e a Informática

A crescente utilização do Computador Pessoal (PC, acrónimo de Personal Computer) conduziu ao desenvolvimento de software de âmbitos diversos, nomeadamente no que respeita especificamente à Geometria. Trata-se de aplicações dinâmicas, que além de facultarem a interacção do utilizador e concederem solução gráfica a problemas, servem de auxiliares na percepção

de situações espaciais, exibindo simultaneamente a sua resolução em Épura. Numa perspectiva, pode encarar-se a utilização de software como passível de revolucionar o ensino-aprendizagem da Geometria Descritiva.

Não obstante, há entraves variados que limitam a sua utilização, entre os quais se contam os recursos disponibilizados nos estabelecimentos de ensino, já que seria necessária uma sala de aula onde o computador pessoal fosse tão habitual como o quadro. Do outro lado da questão está a apetência dos alunos para as Novas Tecnologias que só agora começa, aos poucos, a materializar-se.

Ao invés de ser encarada como um fim em si mesma, a utilização de software no processo de ensino-aprendizagem da Geometria Descritiva poderá ser considerada uma ferramenta a enaltecer se considerarmos as suas potencialidades. Com recurso a este instrumento, mais facilmente o aluno poderá, principalmente na fase de iniciação à disciplina, estabelecer as ligações entre o espaço e a sua representação bidimensional.

Usamos novamente o exemplo da representação de um Ponto situado no primeiro Diedro em Dupla Projectção Ortogonal: Na representação em perspectiva (representativa do espaço) o utilizador pode usar o cursor do rato arrastando o ponto P, por exemplo, para cima. Tanto na Épura bidimensional como na tridimensional nota-se o aumento da cota do ponto (distância deste ao plano horizontal de projecção), por aumento da distância entre o eixo X e a projecção frontal.

Várias aplicações, entre as quais o AEIOU, permitem conceber e movimentar os elementos geométricos numa representação em perspectiva e observar, de forma dinâmica, o resultado em Épura. Outras das vantagens deste programa são sublinhadas por Francisco Morgado (1996), um dos seus autores. Deste modo, ele permite:

- Seguir exercícios, sustentados por explicação nos formatos áudio e escrito;
- Resolver exercícios por parte do aluno e entregá-los ao professor;

- Observar a solução final do exercício, ou acompanhar a resolução proposta pelo aluno ao professor;
- Ver o tempo empregue na elaboração do exercício;
- Mudar, com facilidade, a resolução, sem ter de “apagar” o que já se fez.

Há inúmeros outros programas disponíveis, desde os mais sofisticados aos mais elementares, desenvolvidos por docentes ou instituições académicas, muitos deles disponíveis on-line.

Após destacarmos algumas das vantagens da utilização de software no ensino-aprendizagem da Geometria Descritiva, tornam-se indispensáveis algumas considerações sobre o papel destas *novas tecnologias*.

O aparecimento de novas possibilidades tecnológicas acarretou sempre profecias revolucionárias a qualquer campo da sociedade a que se aplicassem, e o processo de ensino-aprendizagem, não é, naturalmente, excepção. O aparecimento da televisão dá disso um bom exemplo: os arautos da novidade previram a substituição do professor pela caixa mágica, sendo que a aprendizagem se processaria totalmente à distância. Outras afirmações, ainda mais espectaculares, foram acrescentadas a estas.

No entanto, como já foi mencionado, o aparecimento do computador gerou de facto uma mudança de paradigma nas teorias educativas; podemos assim dizer que o surgimento do computador trouxe mudanças não só tecnológicas como estratégicas: mudou o modo como se aprende, transformou as relações entre professores e alunos, e mudou o rumo da reflexão sobre o conhecimento.

De acordo com Duarte Teodoro (1992), a história da inovação tecnológica na escola tem sido uma repetida história de insucessos. O investigador aponta como causa desse insucesso a falta de identificação clara dos objectivos da utilização das novas tecnologias; a colocação de ênfase sobre o meio e não sobre a mensagem; e a resistência à mudança. O autor refere-se ainda à falta de domínio das novas tecnologias; aos custos excessivos; e a uma falta de aproximação sistémica à inovação. Segundo este autor importa, então, evitar

erros do passado e avançar cautelosamente, mas de forma capaz, para a utilização das novas tecnologias na sala de aula e, de forma mais abrangente, no ensino e aprendizagem na sua totalidade.

Se bem que, presentemente, se verifique uma mudança de discurso, que considera as novas tecnologias já não como tecnologias de substituição mas de complemento às estratégias tradicionais, torna-se necessário avaliar de forma consistente e sistemática as possibilidades que o uso de computadores pode trazer de novo aos processos de aprendizagem. Para isso, é indispensável conhecer os aspectos cognitivos associados ao uso destas ferramentas.

A avaliação destes processos faz-se, muitas vezes, de forma insuficiente, dado que é possível avaliar facilmente a eficácia dos processos, mas não os processos em si.

Outra questão que se tem revelado problemática, é a que se refere ao software educativo existente. Um dos factores muito evidenciado pelo autor é a necessidade de a interface do utilizador permitir a exploração quase imediata dos conteúdos, e não exigir uma grande aprendizagem para gerir a peça de software em si. Segundo Duarte Teodoro, o software disponível é, na grande maioria dos casos, e em todo o mundo, ainda muito deficiente.

A Geometria Descritiva e os Modelos

Em todas as circunstâncias mencionadas até aqui, há uma dificuldade que permanece incontornável: as representações bidimensionais, ainda que em perspectiva, podem segundo Edelman (1999), representar uma limitação no que respeita à avaliação espacial tridimensional.

Existe assim a convicção de que os modelos ou maquetas constituem o rumo mais adequado na aprendizagem da Geometria Descritiva, tendo em conta que a sua observação sob diversos pontos de vista conduz a um melhor reconhecimento da forma.

Nesta sequência, os modelos assumem um lugar importante enquanto

instrumentos de trabalho no contexto da aprendizagem. Só eles constituem uma efectiva situação espacial, permitindo um relacionamento com o objecto e uma visualização horizontal e frontal e consequente “passagem” para a representação em dupla projecção ortogonal. Mencionados nos programas oficiais da disciplina, na realidade estão disponíveis num número muito reduzido de estabelecimentos de ensino. Resta muitas vezes ao docente ser ele próprio a construí-los, usando-se dos mais diversos materiais, criando um sistema que lhes permita recriar situações que, complementadas com outros dispositivos didácticos, permitam ao aluno compreender o porquê da representação em dupla projecção ortogonal. O estudante também tem um papel a desempenhar: participar na construção e manipulação desses modelos, de forma a estar mais implicado no processo de aprendizagem. Alguns manuais da disciplina incluem uma página impressa em cartolina com o desenho dos planos de projecção para recortar e montar. Tanto este facto como a tentativa de autonomizar mais a aprendizagem da Geometria Descritiva contribuem para sublinhar a importância do recurso a modelos tridimensionais na concepção e desenvolvimento da disciplina de Geometria Descritiva.

Capítulo 3 – Enquadramentos teóricos de referência para a acção

Ao longo do estágio fui-me apercebendo da vantagem que constitui a construção de uma teoria ajustada à realidade específica em que estamos enquadrados e que seja sentida e partilhada pelos que participam na comunidade educativa.

Neste sentido, creio ser de extrema importância uma acção de recolha e análise das representações dos docentes, discentes e instituições que o estágio abrangeu. Por outro lado, foram tidos em conta todos os enquadramentos institucionais no pressuposto de que estes podem determinar os conceitos que balizam as fronteiras da teoria. As representações iniciais de cada um dos intervenientes, ainda que consciencializadas e comparadas com as de outros parceiros, ou ainda enquadradas na lei e desenvolvidas pela interpretação pessoal, não podem ser consideradas definitivas nem mesmo suficientes. Não desejando descurar o valor destas construções, estas representam somente o ponto de partida para um processo de construção teórico que se ambiciona levar a cabo com os participantes.

São consideradas, noutro contexto, investigações levadas a cabo previamente nos domínios da psicologia, biologia, sociologia e psicossociologia que de algum modo se inscrevem na temática aqui desenvolvida e contribuem vivamente para a sua compreensão. Neste contexto, procedeu-se a uma análise e discussão destas teorias de forma a extrair as características mais relevantes no contexto do estágio.

Assim, num processo dialéctico entre a teoria e a prática, a prática de estágio, determinada por condições específicas próprias do meio pedagógico em que se inseriu, foi objecto de reflexão e debate à luz de alguns conjuntos teóricos, como referência para a acção. Por outro lado, esses referentes conceptuais serviram de fonte de inspiração para as experiências de formação que desejava pôr em prática.

Para retomar os objectivos específicos do estágio, poderia dizer que quis essencialmente reflectir sobre a prática de estágio, conhecer alguns modelos de formação do ensino em geral e da geometria em particular, além de reconhecer os fundamentos teóricos que subjazem à prática do papel docente de forma a consciencializar o meu perfil actual de professor e o que ambiciono para o futuro. Tudo isto com o fim último de promover o desenvolvimento do aluno.

A meta-análise das referências teóricas previamente existentes constituiu uma parte importante do meu projecto de estágio e consequente relatório, já que a partir desta, foi despontando a “minha” própria teoria e respectivos instrumentos de aplicação. Procurei, desta forma, extrair o máximo de implicações, tendo em vista uma nova prática, bem como diferentes princípios organizadores da acção (naturalmente, à medida das minhas faculdades) inspirados nas teorias analisadas, e também, como mencionei anteriormente, nas observações e reflexões mais ou menos empíricas possibilitadas pela prática de estágio e por experiências que o precederam.

O objectivo passou por, antes de mais, partir da análise mais ou menos cronológica e generalista das várias teorias presentes na formação - das quais se apresenta uma breve síntese - para em seguida seleccionar o que melhor se adequou ao meu esquema de valorização.

Considerando algumas teorias Educativas

A forma de interpretar o processo educativo passou por diversas e profundas mudanças ao longo do tempo. A Filosofia a Psicologia e a Sociologia desempenham um papel fulcral no desenvolvimento das teorias de aprendizagem basilares. Por isso, serão abordados alguns autores e os seus contributos.

Um dos primeiros autores a teorizar o conhecimento humano foi Aristóteles (384 a.C. – 322 a.C.). Este filósofo defende que o acto de pensar não é possível sem imagens mentais, construídas com a memória a partir dos dados sensíveis. Platão (c. 427 – c. 347 a.C.) usa outra abordagem em que o seu conceito de ideia, explícito na “*Alegoria da Caverna*” tem por objectivo traçar a forma como os Homens, prisioneiros no fundo da caverna, têm um acesso limitado à realidade. Esta só existe noutra universo, considerado superior, o das *ideias*.

Por seu turno, o inglês John Locke concebeu, no século XVII, a ideia de impressão dos dados sensoriais numa mente até aí em branco, comparando a mente humana a uma *Tábua Rasa*. Opondo-se a esta ideia emerge o Inatismo, uma teoria que sublinha o facto de o ser humano nascer já com noções adquiridas; a abordagem do Associativismo tenta conjugar ambas as ideias; a fenomenologia, a teoria da *Gestalt*, entre tantas outras, vão defendendo ou confrontando o peso da influência do meio e das estruturas mentais inatas no processo de adquirir saber. O todo e as partes do conhecimento entram no debate, bem como os significados que damos ao que aprendemos.

Mais tarde, nos finais da década de 60 do século XX, o francês Jean Piaget desenvolve uma teoria que se vai tornar paradigmática. Baseando-se no equilíbrio entre o que o indivíduo faz e a resposta do meio, versa sobre o crescimento mental da criança. Se houver equilíbrio, defende, não há aprendizagem; esta só sucede quando a resposta não corresponde à acção, altura em que, idealmente, a criança deve integrar na sua estrutura mental um novo procedimento.

O comportamentalismo, também designado por teoria do estímulo-resposta, nasce no início do séc. XX, como consequência de variadas propostas no campo das ciências. Um dos exemplos paradigmáticos desta corrente é o da investigação levada a cabo pelo russo Ivan Pavlov, em que um cão salivava ao som de uma campainha, depois de condicionado a fazê-lo por receber comida ao mesmo tempo que ela soava. Esta investigação levou alguns autores a

aprofundar a hipótese do treino enquanto método educativo, de modo a alcançar objectivos pré-estabelecidos. Nesta sequência, os processos cognitivos passam a ser totalmente subestimados por comportamentalistas.

Os norte-americanos Edward Thorndike, John Watson e Burrhus Skinner, por exemplo, entre as décadas de 40 e 50 do século XX, encaram a mente como uma *caixa negra*, em que os estímulos acontecem através de um mecanismo que se ignora, embora produza resultados observáveis. Assim, defendiam uma compartimentação das matérias a apreender, que seriam divididas em pequenas parcelas de conhecimento. Estas, por seu turno, à medida que iam sendo apreendidas, conduziam a novos conhecimentos. Cada uma das ‘fatias’ de saber deveria ser totalmente apreendida e automatizada antes de se passar à seguinte parcela.

Esta teoria, no entanto, não foi bem vista por investigadores posteriores que a remeteram apenas ao campo teórico. Como consequência, uma nova corrente, surgida na segunda metade do século XX, e que albergava cognitivistas como o canadiano Albert Bandura, os americanos Jerome Bruner e Robert Gagné, o soviético Lev Vygotsky, o francês Henri Wallon, entre outros, defendia que o conhecimento se faz por construção de mapas mentais, ou *representações*. Embora estejam de acordo com o facto de reforços e repetições contribuírem para a aprendizagem, consideram que as estruturas cognitivas desempenham o papel central.

Mas nem tudo é consensual. A maneira como estas estruturas se organizam é ponto de desacordos oriundos das diversificadas visões sobre este factor. Deste modo, se, por um lado, o francês Jean Piaget se debruça sobre o amadurecimento dos processos cognitivos quando associados às condicionantes do meio, enquanto factores de assimilação e acomodação de novos elementos, o francês Henri Wallon encara a cultura como o meio através do qual o Homem se actualiza, processo que sucede por reformulação em vez de por ampliação.

O construtivismo prevê que a edificação do conhecimento se faça através de avanços e recuos do próprio indivíduo que vai escolhendo o que é relevante. Nesta abordagem, os ambientes de aprendizagem devem ser flexíveis e o papel do professor resume-se a facilitar o processo de aprendizagem.

Howard Gardner é o autor da teoria mais recente aqui referida. Segundo declarou, o sujeito é dotado de múltiplas inteligências e estilos de aprendizagem, processando informação de formas diversificadas, que se equilibram com características diferentes em cada indivíduo. Nesta sequência, enquanto um aluno específico pode ser extremamente bem-sucedido se realizar exercícios até memorizar os mecanismos de resolução, outro poderá preferir resolver intuitivamente problemas sempre novos. Este autor detalhou vários estilos de aprendizagem, tais como os que recorrem preferencialmente a dados visuais/espaciais, verbais/linguísticos, lógico-matemáticos, entre outros.

Ainda há seguidores das várias teorias que as aplicam um pouco por todo o mundo a nível pedagógico mas, em geral, é consensual junto dos mais recentes investigadores que devem ser aplicadas estratégias combinadas, apropriadas a cada caso. Não pretendendo fazer um estudo exaustivo sobre estas teorias, acreditando que a sua aplicação deverá ficar ao critério de cada educador. Por essa razão, irei apenas focar os princípios teóricos educacionais e de aprendizagem que se revelaram mais influentes no meu estágio, nas estratégias e metodologias adoptadas, na planificação das aulas e na elaboração do material didáctico, tendo em vista os objectivos curriculares estabelecidos para a disciplina de Geometria Descritiva e a adequação à especificidade do contexto educativo encontrado.

Uma teoria para a prática - Construtivismo

O meu foco de atenção foi tentar perceber quantos alunos faziam um real esforço para resolver com autonomia os enunciados que eram colocados no quadro antes de a professora os resolver. É muito recorrente ouvir os alunos pedirem mais tempo para a resolução dos exercícios, mas será que fazem um proveitoso uso desse tempo?

Alguns alunos debatem-se realmente com os exercícios encarando-os como desafios e é notória a expressão concentrada durante a sua resolução. Porém, grande parte dos alunos opta por estar apenas concentrado durante as explicações da professora, considerando eventualmente que se “perceberem” a explicação da resolução a poderão invocar posteriormente na resolução de exercícios, ou apenas copiam os traçados da resolução talvez como forma de se sentir presente na aula e alimentam desta forma a ideia de recolha de material para um futuro estudo (provavelmente na véspera do teste). E é claro que há sempre as “cabeças ausentes” que estão parcial ou completamente desmotivadas e o seu caderno sai da sala com a mesma Geometria Descritiva com que entrou.

Narrativas semanais de estágio 10/11/09

De uma forma realista o mesmo espaço-tempo constituído pela aula tem de comportar o indivíduo que prefere receber a informação tratada, de modo meramente passivo, o indivíduo que a deseja plenamente em bruto, porque a incorpora, tratando-a, e também aquele que opta por aguardar pelos resultados obtidos pelo grupo, para então fruir deles.

De acordo com as concepções construtivistas mais recentes, o saber é complexo, pluriestruturado e requer abordagens multifacetadas. Sendo assim, e partindo de outro princípio construtivista segundo o qual se aprende fazendo, o espaço de aprendizagem deve possibilitar que aqueles pressupostos ocorram, do mesmo modo que o modelo curricular não deverá ignorar esse aspecto.

Sendo o construtivismo, mais do que uma hipótese sobre os processos de aprendizagem, uma teoria do conhecimento que abarca quase todos os modelos até agora abordados, torna-se praticamente impraticável encetar aqui uma reflexão profunda sobre ela. Limitar-me-ei a aclarar algumas concepções essenciais, no sentido de se conceber o modo como interagem com o estágio. Esta teoria demarca-se das que encaram o saber como adquirido porque introduz a noção de construção do saber. Deste modo, o conhecimento não é um objecto, informação ou conteúdo estático, mas sim edificado por cada indivíduo através da sua interacção pessoal com esses elementos. A aprendizagem é, para o construtivismo, não um modelo em que alguém dá e

outrem recebe, mas um paradigma em que todos cooperam num processo autêntico e conjunto, baseado em projectos que constituem autênticos desafios para todos os intervenientes.

Constitui para mim um grande atractivo que, em termos de aprendizagem, o intuito desta teoria passe por criar comunidades de aprendizagem que reproduzam uma metodologia o mais próxima possível da prática colaborativa do mundo real. No contexto desta dinâmica, emergem competências metacognitivas, em que os indivíduos ancoram as suas próprias estruturas de saber e perspectivas de percepção. Podem examinar questões através de diversas perspectivas, ajustam as suas representações, gerem-nas e chegam a soluções traçadas por meio de aprendizagem compartilhada.

O paradigma do construtivismo possibilitou a compreensão da aprendizagem como um mecanismo activo facilitado por actividades construtivas que passam, muitas vezes, pela ligação ao ambiente, ao contexto e, particularmente, aos outros. Em síntese, a teoria construtivista contemporânea reconhece o sujeito da aprendizagem como activo, gerador do seu próprio conhecimento, que adquire através da construção e integração de informação nova nas suas estruturas de saber, associando-as a representações existentes ou criando novas representações.

Segundo J. Bruner (1966) a estrutura cognitiva fornece o significado e a organização à realidade com que o sujeito se confronta, permitindo-lhe ir além da informação recebida. É neste “ir além” que se centra, efectivamente, o paradigma da teoria.

Quanto ao papel do professor neste contexto é muito mais complexo e activo quando comparado com um modelo tradicional. O docente deve essencialmente motivar os sujeitos da aprendizagem a desvendar por si próprios. No seio de um diálogo activo que deve constituir a relação entre professor e aluno, o primeiro deve assumir como tarefa desvendar a

informação num formato o mais adequado possível, de acordo com o grau de saber, maturidade e informação do segundo.

Bruner (1966) defende quatro factores que devem integrar uma teoria da educação sólida:

1 – A predisposição para a aprendizagem.

2 – A percepção das diversas formas possíveis para estruturar um conjunto de saberes de modo a ser apercebido da melhor forma pelo sujeito da aprendizagem.

3 – O conhecimento das sequências mais eficazes de apresentar a informação para uma melhor incorporação por parte do sujeito.

4 – A natureza e modelos do tipo de recompensas e/ou penalizações.

Os métodos preferíveis para organizar o conhecimento devem, assim, simplificar tanto as operações a realizar, como a criação de representações novas e aptas a amplificar a manipulação da informação.

Foi precisamente nesta fase em que granjeava estruturar e compreender os fenómenos cognitivos implícitos no processo de ensino e aprendizagem da Geometria Descritiva que recorri ao Modelo de van Hiele, sobre o qual se fará uma breve apresentação, nomeadamente no que respeita à sua história, características, implicação no estágio, bem como sobre as limitações nele encontradas.

O Modelo de van Hiele

O modelo designado por van Hiele, levado a cabo pelo casal holandês Dina van Hiele e Pierre Marie van Hiele, refere-se ao pensamento geométrico, e resultou da tese de doutoramento que ambos defenderam na Universidade de Utrecht, no decorrer da década de 50. Nesta investigação, orientada por Hans Freudenthal, foi teorizada uma forma inovadora de encarar o desenvolvimento

do raciocínio em Geometria. Como Dina faleceu pouco depois de terminar a sua tese, coube a Pierre aperfeiçoá-la e promovê-la.

Na altura em que esta teoria foi desencadeada ocorria um debate na comunidade internacional sobre novos métodos de ensino e itens curriculares no que se refere ao ensino da Matemática (Matos, 1985).

Neste contexto particular, o par elaborou um modelo baseado num currículo que olhava para a Geometria como um mecanismo para cultivar as competências lógicas da mente. Noutra abordagem, tanto a preocupação de Pierre com o *insight* como a de Dina no que concerne à manipulação das figuras, no uso do geoplano e nos desenhos feitos pelos alunos com régua e compasso, revelam uma óptica muito contemporânea no que à pedagogia diz respeito (Matos, 1992).

Para o investigador, este *insight* revela-se um instrumento chave que faculta aos alunos a visualização de diferentes campos, possibilitando, assim, elaborar concepções mais complexas. Pierre emprega a ideia gestaltista de que o *insight* deve ser entendido como o produto da percepção de uma estrutura. No seu entender, a expansão do *insight* deve concentrar-se no aperfeiçoamento da capacidade dos estudantes observarem estruturas como parte de outras mais finas, ou mais inclusivas.

Gestalt é um termo alemão que designa a teoria da percepção visual baseada na psicologia da forma. Entre o final do séc. XIX e o início do séc. XX, um grupo de investigadores alemães dedicaram-se a estudar os fenómenos de percepção humana, nomeadamente a visão. As suas investigações granjeavam compreender o modo como se processavam os fenómenos ligados à percepção, para o que se serviram, em larga medida, de obras de arte. O objectivo era perceber o que sucedia para que certo recurso pictórico originasse determinado efeito. Estes estudos são designados de Psicologia da Gestalt ou Psicologia da Boa Forma, sendo os seus defensores mais célebres nomes como Kurt Koffka, Wolfgang Köhler e Max Wertheimer. Estes estudiosos

conceberam as Leis da Gestalt sobre a percepção humana, que permanecem válidas na actualidade.

De volta ao modelo desenvolvido pelo casal van Hiele, é importante sublinhar também uma sólida base estruturalista em que a intervenção da Psicologia da Gestalt proporciona um alicerce a partir do qual se analisa tanto a percepção como a interpretação cognitiva destas estruturas. Deste modo, van Hiele, à luz da Psicologia da Gestalt, considera que não há objectos isolados nem conceitos por si, mas todas as entidades existem num contexto (Matos, 1992). Embora não as defina, Pierre van Hiele explica algumas das suas propriedades e exemplifica, tipificando certos tipos de estruturas:

- a) as estruturas do mundo onde vivemos – Mundo 1;
- b) as estruturas na nossa mente – Mundo 2;
- c) as estruturas no mundo do conhecimento humano comum – Mundo 3.

Van Hiele defende que, em cognição, é de capital importância que a estrutura seja encarada como um todo, uma vez que esta representa mais do que a mera soma das suas componentes.

Com base na Psicologia da Gestalt, Pierre van Hiele define quatro propriedades da estrutura:

- 1) pode ser estendida;
- 2) pode ser vista como uma parte de uma estrutura mais fina;
- 3) pode ser encarada como uma parte de uma estrutura mais inclusiva;
- 4) pode ser isomorfa a outra estrutura.

Todas as estruturas de van Hiele são fundamentadas nas definidas no contexto do Mundo 1 que podem ser percebidas como um gestalt. Baseando-se nas estruturas do Mundo 1, são estabelecidas as estruturas mentais existentes no Mundo 2, em que o desenvolvimento mental evolui simultaneamente à transformação gradual que ocorre nas estruturas dos alunos ou sua

substituição por outra. Van Hiele serve-se deste critério quando define o seu modelo de acordo com graus de desenvolvimento da aprendizagem.

Não obstante a forte influência de outras teorias, também os trabalhos de Piaget desempenharam um importante papel no que se refere ao desenvolvimento das estruturas de inteligência por etapas.

Observemos em seguida a classificação de Piaget:

1 - Estágio Sensório Motor: Engloba desde o nascimento até os 2 anos de idade, reflectindo-se em acções assentes em percepções sensoriais e esquemas motores concebidos a partir de reflexos inatos. Estes esquemas vão sofrendo transformações com a experiência, tornando-se cada vez mais complexos, até darem origem à habilidade de representar eventos futuros.

2 - Estágio Pré-operatório: Abrange dos 2 aos 7 anos, quando prevalece a linguagem oral, enriquecendo as relações inter-individuais. Nesta etapa, a inteligência é capaz de acções mentais, embora estas se distingam do pensamento adulto, pois esta é uma fase marcada pelo egocentrismo.

3 - Estágio Operatório concreto: Compreende dos 7 aos 11 ou 12 anos, fase em que predomina o pensamento lógico e objectivo. Um pensamento mais próximo da realidade substitui o anterior egocentrismo reinante, enquanto realidade e fantasia deixam de se misturar na percepção da criança, verificando-se mais raciocínio e menos percepção. Neste ponto, a criança já realiza operações lógico-matemático concretas.

4 - Estágio Operatório Formal: Sucede a partir dos 12 anos, altura em que predomina um raciocínio mais formal e abstracto. O adolescente pensa e lida agora com a realidade possível através de hipóteses.

Estes estágios definidos por Piaget proporcionam dados valiosos capazes de auxiliar educadores na elaboração de problemas de ensino de Geometria, além de sugerirem métodos adequados às actividades geométricas iniciais.

Apresentação do modelo

Os van Hiele encaram a aprendizagem como um processo recursivo que progride recursivamente através de níveis de pensamento descontínuos (saltos na curva de aprendizagem), susceptível de ser aperfeiçoado através de um procedimento didáctico adequado. Os investigadores subentendem que há cinco níveis de compreensão e aprendizagem da Geometria e que a passagem de um nível para o seguinte deve acontecer numa sequência de fases de ensino. Designadas “visualização”, “análise”, “dedução informal”, “dedução formal” e “rigor”, descrevem características do processo de pensamento.

Este modelo pode ser utilizado para nortear a formação, bem como para calcular as habilidades dos alunos, de forma a permitir um nível mais complexo de pensamento geométrico.

Segue-se uma caracterização dos níveis de van Hiele e suas propriedades:

Nível 0: Visualização

Os alunos vêem o espaço apenas como algo que existe à sua volta. Identificam as figuras geométricas somente pela sua aparência, não sendo capazes de distinguir as suas partes ou propriedades. Conseguem reproduzir figuras dadas e assimilar um vocabulário geométrico básico.

Nível 1: Análise

É aqui que se inicia a análise dos conceitos geométricos. Nesta etapa, o estudante começa a distinguir as características e propriedades das figuras, embora ainda não consiga estabelecer relações entre elas, entender as definições ou reconhecer inter-relações entre as figuras.

Nível 2: Dedução Informal

Nesta fase, o aluno começa a constituir inter-relações de propriedades entre (por exemplo, num quadrilátero, se os lados opostos são paralelos, necessariamente os ângulos opostos são iguais) e dentro de figuras (um quadrado é um rectângulo porque tem todas as propriedades de um rectângulo), depreendendo as suas propriedades e reconhecendo classes de figuras. Embora a definição passe a ter significado, o estudante permanece ignorante quanto ao significado da dedução como um todo e sobre o papel das hipóteses nas provas formais.

Nível 3: Dedução

O aluno principia a análise e compreensão do método dedutivo e as demonstrações com o procedimento axiomático associado. Ele é agora capaz de construir demonstrações e desenvolvê-las de diversas formas, distinguindo igualmente entre uma afirmação e a sua inversa.

Nível 4: Rigor

O estudante está neste momento habilitado a trabalhar em diferentes sistemas axiomáticos, analisando e assimilando geometrias não euclidianas. A geometria é percebida a partir de uma visão abstracta.

Características gerais do modelo

1 - Sequencial: O aluno deve forçosamente passar por todos os níveis, pois não é possível atingir um nível posterior sem dominar os prévios.

2 - Avanço: O avanço de um nível para o seguinte está mais dependente do conteúdo ministrado e das metodologias de ensino do que da idade ou maturidade. Não existe um método de ensino que possibilite ultrapassar um nível, sendo que enquanto alguns acentuam o progresso, outros retardam.

3 - Intrínseco e Extrínseco: Os objectivos implícitos num nível tornam-se explícitos no nível seguinte.

4 - Linguística: A cada nível corresponde uma linguagem própria e um conjunto de ligações que os relacionam. Deste modo, uma relação válida num certo nível pode não o ser noutro.

5 - Combinação inadequada: Professor e aluno devem estar em 'sintonia', isto é, a raciocinar no mesmo nível, senão não ocorre aprendizagem. Não só o docente mas também o material didáctico, o conteúdo e o vocabulário devem ser adequados ao nível do aluno.

“A transição de um nível para o seguinte não é um processo natural, ela acontece sob a influência de um programa de ensino aprendizagem” (Van Hiele, 1986: p. 50), sublinha o investigador, adiantando uma sequência didáctica que contempla cinco etapas de aprendizagem.

Fase 1: Interrogação informada

Professor e aluno dialogam e desenvolvem actividades sobre os objectos do estudo do respectivo nível. É introduzido, nesta altura, o vocabulário específico do nível, fazendo-se observações e colocando-se questões, numa fase que é preparatória para estudos posteriores.

Fase 2: Orientação dirigida

De forma a explorar as características de um nível, são levadas a cabo actividades que devem contemplar o uso de material seleccionado e preparado previamente pelo docente.

Fase 3: Explicação

Nesta fase cabe ao professor unicamente encaminhar o discente na utilização de uma linguagem rigorosa e adequada. Partindo de experiências prévias, os alunos declaram as suas ideias, modificando simultaneamente as suas perspectivas sobre as estruturas trabalhadas e observadas.

Fase 4: Orientação livre

Perante tarefas mais complexas, os alunos demandam soluções específicas que podem ter conclusões diversas. Adquirem, deste modo, experiência ao encontrar sua maneira particular de solucionar as questões.

Fase 5: Integração

Neste momento, o aluno revê e sintetiza o que assimilou, de forma a construir uma visão geral da nova rede de objectos e relações, alcançando, assim, um novo nível de pensamento.

Limitações do modelo

A análise da teoria de van Hiele foi útil e teve implicações relevantes para o estágio, tanto no planeamento como no acompanhamento das actividades. Considero que este modelo é eficaz no processo de ensino-aprendizagem da Geometria, no entanto, foram encontradas algumas limitações, nomeadamente no que respeita ao desenvolvimento cognitivo, dos objectos da aprendizagem, da Geometria, da importância das diferenças individuais e da autonomia dos discentes.

Por outro lado, a teoria de van Hiele não desfruta de uma óptica psicológica independente. Como já foi referido, ela apoia-se na teoria da Gestalt, deixando de lado algumas áreas, de que a imagética é exemplo. Isso sucede, por exemplo, na ideia de que “no nível 3 já não é possível usar estruturas visuais para clarificar ideias” (van Hiele, 1986: 141) o que nega o papel que as imagens mentais desempenham no pensamento de tipo superior.

Numa perspectiva pedagógica, a teoria advoga indirectamente que o ensino e a aprendizagem da Geometria devem adoptar um paradigma que privilegie a dedução, mas não contempla que os discentes possam expandir um conhecimento matemático autónomo, e um dos principais factores para que tal suceda é a imagem do professor. “Durante toda a discussão das fases de

aprendizagem o professor é considerado como a fonte de conhecimento na sala de aula” (Matos, 1992). Neste âmbito, a teoria debruça-se somente sobre o raciocínio geométrico, escusando-se de possibilitar a construção do conhecimento. Neste sentido, não se requer dos alunos que contribuam com o seu saber ou experiências particulares, ou que desenvolvam produções matemáticas alternativas.

Mais do que seguir integralmente este modelo, utilizei-o apenas como referência, havendo pontos de discordância que suscitarão inevitavelmente visões alternativas às aqui apresentadas. Refira-se, por exemplo, a mudança no abandono da ideia das descontinuidades na passagem de uns níveis para os outros que a meu ver deve ser entendida de uma forma contínua, ou o facto de a teoria não motivar explicações suficientes no que respeita às diferenças individuais. No âmbito desta visão, os estudantes são encarados como uma ‘massa’ homogénea, não se tendo em consideração as suas diferenças individuais, nomeadamente os estilos cognitivos distintos e diversas preferências de aprendizagem. Deste modo, tornou-se necessário recorrer a outras teorias que acrescentassem alguns esclarecimentos, sendo que, neste sentido, a teoria das inteligências múltiplas de Gardner revelou-se bastante elucidativa.

Teoria das Inteligências Múltiplas de Howard Gardner

Os estudos mais recentes em desenvolvimento cognitivo e neuropsicologia indicam que as habilidades cognitivas são substancialmente mais diversas e específicas do que se acreditava (Gardner, 1994). Especialistas no campo da Neurologia têm defendido que o sistema nervoso humano não possui apenas uma função nem tão-pouco é ilimitadamente moldável. Actualmente, crê-se que o sistema nervoso é grandemente diferenciado e que distintos centros neurais processam diversos tipos de informação (Gardner, 1996).

Howard Gardner, partiu destas investigações para contestar a tradicional forma de encarar da inteligência, que dá ênfase às aptidões linguística e lógico-matemática. Gardner sustenta que todos os indivíduos normais estão aptos a actuar em pelo menos sete áreas intelectuais diversas e, até certo ponto, independentes. Ele defende a inexistência de habilidades gerais, duvidando também da capacidade de se medir a inteligência através de testes de papel e lápis, além de atribuir enorme relevância a diferentes tipos de actuação, valorizadas em culturas diversas. Por fim, define inteligência como a aptidão para solucionar problemas ou gerar proveitos significativos num ou mais ambientes culturais.

A Teoria das Inteligências Múltiplas de Howard Gardner (1994) constitui-se como alternativa ao conceito tradicional, que encara a inteligência como uma aptidão inata, geral e única, possibilitando aos indivíduos uma performance, melhor ou pior, em qualquer área de actuação. O seu descontentamento com a ideia de QI (quociente de inteligência) e ante visões unitárias de inteligência, que focam principalmente as capacidades relevantes para o sucesso escolar, levou Gardner a redefini-la baseando-se nas origens biológicas da aptidão para solucionar problemas.

Psicólogo construtivista deveras influenciado por Piaget, Gardner evidencia-se do suíço na medida em que Piaget admitia que todos os âmbitos da simbolização têm origem numa mesma função semiótica, enquanto ele crê que métodos psicológicos autónomos são utilizados quando o indivíduo lida com símbolos, sejam eles linguísticos, numéricos, gestuais ou de outro tipo. De acordo com Gardner, uma criança pode ter um desempenho precoce numa área (Piaget designaria por pensamento formal) e situar-se na média ou até abaixo, noutra (o equivalente, por exemplo, ao estágio sensório-motor). Para Gardner, o desenvolvimento cognitivo é uma competência crescente de entender e expressar significado em diversos sistemas simbólicos empregues num contexto cultural, sugerindo que não se verifica uma ligação essencial entre a competência ou estágio de desenvolvimento numa área de execução e capacidades ou estágios noutras áreas ou domínios. Num contexto de análise

psicológico, defende Gardner, cada área ou domínio possui o seu processo simbólico próprio, enquanto num âmbito sociológico de estudo, cada domínio caracteriza-se pelo desenvolvimento de competências valorizadas em culturas particulares.

Gardner sublinha também que as habilidades humanas não são organizadas de forma horizontal, sugerindo que essas habilidades sejam ponderadas como organizadas verticalmente, e que, em vez de existir uma faculdade mental geral, como a memória, provavelmente há modos independentes de percepção, memória e aprendizagem, em cada âmbito ou domínio, dotadas de analogias prováveis entre as áreas, ainda que não estabeleçam obrigatoriamente uma relação directa.

As inteligências múltiplas

Gardner distinguiu as inteligências linguística, lógico-matemática, espacial, musical, cinestésica, interpessoal e intrapessoal, sustentando que essas competências intelectuais são relativamente independentes, dispõem de origem e limites genéticos próprios e substratos neuroanatômicos particulares e têm procedimentos cognitivos específicos. De acordo com o investigador, os seres humanos detêm níveis diversos de cada uma das inteligências e formas diferentes no que toca ao modo como combinam, entrosam e usam essas aptidões intelectuais para solucionar problemas e gerar resultados efectivos. Gardner sublinha que, apesar de estas inteligências serem, em certa medida, independentes umas das outras, raramente operam separadamente. Embora determinado tipo de ocupação expresse um tipo de inteligência em particular, na maioria dos casos as tarefas revelam claramente a necessidade de um acordo de inteligências.

Inteligência Linguística: Os principais elementos da inteligência linguística consistem numa sensibilidade para os sons, ritmos e significados das palavras, mas também num entendimento peculiar das diversas funções da linguagem. É a aptidão de servir-se da linguagem para convencer, agradar, estimular ou

transmitir ideias. Gardner aponta os poetas como indivíduos que se usam com mais intensidade desta faculdade. Nas crianças, esta capacidade expressa-se na habilidade para contar histórias originais ou para descrever, com exactidão, experiências vividas.

Inteligência Musical: A competência para apreciar, compor ou reproduzir uma peça musical revela esta inteligência. Engloba distinção de sonoridades, disposição para entender temas musicais, sensibilidade para ritmos, texturas e timbre, e aptidão para fazer e/ou reproduzir música. Uma criança dotada de habilidade musical peculiar distingue precocemente diferentes sons no seu ambiente e, frequentemente, canta para si própria.

Inteligência Lógico-Matemática: Gardner baliza os factores essenciais desta inteligência na sensibilidade para padrões, ordem e sistematização. Analisar relações, categorias e padrões, através da manipulação de objectos ou símbolos, e experimentar de forma controlada, bem como lidar com séries de raciocínios, identificar problemas e solucioná-los são características desta inteligência, comum entre matemáticos e cientistas. No entanto, Gardner ressalva que, embora o talento científico e o matemático possam concentrar-se num mesmo indivíduo, as razões que os movem são bem distintas. Os matemáticos anseiam criar um mundo abstracto consistente, ao passo que os cientistas ambicionam decifrar a natureza. Reconhece-se esta inteligência particular numa criança que revele facilidade para contar, fazer cálculos matemáticos e gerar notas práticas do seu raciocínio.

Inteligência Espacial: A inteligência espacial é retratada por Gardner como a aptidão para compreender o mundo visual e espacial de modo rigoroso. É a habilidade para manipular formas ou objectos mentalmente e, a partir das percepções iniciais, criar tensão, equilíbrio e composição, numa representação visual ou espacial. Este tipo de inteligência revela-se nos artistas plásticos, engenheiros e arquitectos. O potencial específico dessa inteligência anuncia-se na criança pela aptidão para quebra-cabeças e outros jogos espaciais, bem como pela atenção a detalhes visuais.

Inteligência Cinestésica: Aludindo à capacidade para solucionar problemas ou criar produtos através do corpo, esta inteligência exprime-se na aptidão para fazer uso da motricidade grossa ou fina em desportos, artes cénicas ou plásticas, no controlo dos movimentos do corpo e na manipulação de objectos com destreza. Enquanto criança, esta inteligência exprime-se quando ela se movimenta com graça e expressão a partir de estímulos musicais ou verbais, denotando habilidade atlética ou uma coordenação fina aprimorada.

Inteligência Interpessoal: Esta inteligência pode ser descrita como uma capacidade para compreender e responder adequadamente a humores, temperamentos, motivações e desejos de outros indivíduos, características que são mais evidentes em psicoterapeutas, professores, políticos e vendedores. Ela revela-se em crianças, numa fase inicial, na habilidade para distinguir pessoas; já na sua forma mais avançada, como a aptidão para entender intenções e desejos de outros, respondendo adequadamente a partir dessa percepção. Crianças providas desta inteligência evidenciam habilidade para liderar outros já que são extremamente sensíveis às carências e sentimentos alheios.

Inteligência Intrapessoal: A capacidade de alcançar os próprios sentimentos, sonhos e ideias, para os distinguir, controlar e usar na solução de problemas pessoais, descreve esta inteligência. Constitui-se no reconhecimento de habilidades, necessidades, desejos e inteligências próprios, a habilidade para formar uma imagem rigorosa de si mesmo e a aptidão para se servir dessa imagem de forma efectiva. Devido ao carácter extremamente pessoal, ela só pode ser observada através dos sistemas simbólicos das outras inteligências, isto é, por meio de manifestações linguísticas, musicais ou cinestésicas.

O desenvolvimento das inteligências

À partida, todos os indivíduos são capazes de questionar e procurar respostas utilizando todas as inteligências, defende a teoria desenvolvida por Gardner. E continua, propondo que todas as pessoas encerram, como parte da sua bagagem genética, determinadas habilidades em todas as inteligências. O modo como cada uma se vai desenvolver, porém, será determinado tanto por factores genéticos e neurobiológicos como por condições ambientais. Gardner sugere também que cada uma destas inteligências tem o seu modo particular de pensamento, processamento de informação, e sistema simbólico. Estes últimos determinam o contacto entre as características básicas da cognição e a multiplicidade de funções culturais.

Aliás, a concepção de cultura é elementar para a Teoria das Inteligências Múltiplas. Encarando a inteligência como a capacidade para resolver problemas ou gerar resultados considerados significativos num ou mais ambientes culturais, Gardner sublinha que só mediante o estímulo e reconhecimento do ambiente, alguns talentos podem desenvolver-se. Cada cultura enaltece determinados talentos, dons de que uma quantidade de indivíduos deve apoderar-se, dominar e passar à geração seguinte. Ainda segundo Gardner, cada inteligência pode ser encarada como uma sequência de estágios: enquanto os indivíduos normais detêm os níveis mais básicos de todas as inteligências, os mais avançados estão dependentes de mais esforço ou aprendizagem.

A sequência de estágios começa com o que Gardner apelida de capacidade de padrão cru. O surgimento da habilidade simbólica é observado em bebés na altura em que começam a compreender o mundo à sua volta. Nesta etapa, os bebés demonstram capacidade para processar diversas informações detendo já potencial para desenvolver processos simbólicos.

O segundo estágio, que envolve simbolizações básicas, sucede entre os dois e os cinco anos de idade. As inteligências mostram-se, nesta fase, por meio dos

sistemas simbólicos. A criança demonstra as suas aptidões particulares relativas a cada inteligência através do entendimento e utilização de símbolos: a música através de sons, a linguagem através de conversas ou histórias, a inteligência espacial através de desenhos, etc..

No estágio seguinte, a criança continua a evoluir, tentando alcançar estados mais elevados de perícia em determinados domínios que sejam valorizados na sua cultura específica. À medida que as crianças avançam na sua compreensão dos sistemas simbólicos, assimilam os sistemas que Gardner denomina de sistemas de segunda ordem, isto é, a grafia dos sistemas (a escrita, os símbolos matemáticos, a música escrita etc.). Neste estágio, os variados semblantes da cultura produzem um impacto importante no desenvolvimento da criança, pois esta aperfeiçoará os sistemas simbólicos que evidenciem maior eficácia na execução de actividades valorizadas pelo grupo cultural. Deste modo, uma cultura que valorize a música, por exemplo, desfrutará de uma maior quantidade de indivíduos propensos a alcançar uma produção musical de alto nível.

Por fim, no período que decorre entre a adolescência e a idade adulta, as inteligências anunciam-se através de tarefas vocacionais ou não-vocacionais. Nesta altura, o indivíduo adopta um âmbito determinado e focalizado, realizando-se em papéis expressivos na sua cultura.

Inteligências múltiplas e a educação

Quando se observa o interesse concedido às várias formas de pensamento, às fases de desenvolvimento das várias inteligências e à relação entre estes vários momentos, a aquisição de conhecimento e a cultura, tornam-se evidentes as implicações da teoria de Gardner para o processo educativo.

No que respeita à avaliação, Gardner distingue entre avaliação e teste. A avaliação, defende, beneficia métodos de recolha de informações durante actividades do dia-a-dia, enquanto os testes geralmente ocorrem fora do ambiente conhecido do indivíduo. De acordo com este autor, é extremamente relevante que se tire o maior proveito possível das aptidões individuais, ajudando os alunos a desenvolverem suas competências intelectuais. Para este efeito, a avaliação, mais do que uma forma de classificar, aprovar ou reprovar os alunos, deverá ser utilizada para advertir o aluno sobre as suas habilidades e dar conta ao professor do que está efectivamente a ser apreendido.

A avaliação deve estar de acordo com a inteligência, declara Gardner, defendendo que deve abonar o conteúdo da inteligência em teste. Segundo a ideia de que cada inteligência possui determinado número de processos característicos, estes devem ser medidos através de instrumentos que possibilitem observar a inteligência específica em actividade. Ainda segundo Gardner, a avaliação deve ser levada a cabo em ambientes familiares e utilizar materiais conhecidos das crianças. O investigador sublinha de igual modo a indispensabilidade de avaliar as diferentes inteligências no que concerne às suas manifestações culturais e ocupações adultas particulares. Deste modo, a capacidade verbal, em vez de ser avaliada por testes de vocabulário, definições ou semelhanças, deverá sê-lo através de manifestações de que são exemplo a habilidade para contar histórias ou relatar acontecimentos. Do mesmo modo, contrariamente a tentar cotar a aptidão espacial isoladamente, deve-se observar as crianças durante uma actividade de desenho ou mesmo enquanto montam ou desmontam objectos. Por fim, sugere que a avaliação se constitua como parte do processo educativo, e do currículo, revelando constantemente de que forma este deve evoluir e desenvolver-se.

No que respeita à educação centrada na criança, Gardner levanta duas questões relevantes que apontam para a importância da individualização. A primeira defende que, se os indivíduos possuem perfis cognitivos tão diversos uns dos outros, as escolas não deveriam fornecer uma educação padronizada,

mas sim assegurar-se que cada um adquira a educação particular que favoreça o seu potencial individual. O segundo ponto refere-se ao desejo de abarcar todo o conhecimento universal, comum na Idade Média, mas totalmente desadequado na actualidade, já que se torna até praticamente impossível o total domínio mesmo de apenas uma área do saber. Deste modo, perante a necessidade de limitar a variedade de conteúdos, essa escolha deve estar nas mãos de cada aluno, de modo a beneficiar o perfil intelectual individual.

No que concerne ao ambiente educacional, Gardner aponta a necessidade de que a 'educação para a vida', defendida pelas escolas, não se limite a raciocínios verbais e lógicos mas abranja, noutra abordagem, um conjunto de disciplinas básicas que possam encorajar também os alunos a servir-se desse conhecimento para resolver problemas e efectuar tarefas que se relacionem com a vida na comunidade; defende ainda que estas diferentes disciplinas possam favorecer o desenvolvimento de combinações intelectuais individuais, a partir da avaliação regular do potencial de cada um.

Relação pedagógica - Mediação intelectual e afectiva

C. Rogers (1969) sugere um modelo de apropriação pessoal do conhecimento, sublinhando que o indivíduo em formação vê-se envolvido numa aprendizagem experimental, que abrange simultaneamente aspectos afectivos e cognitivos. Cabe ao docente compreender e aceitar o outro como um ser independente, dotado de liberdade e direitos pessoais; o professor deverá ser capaz de perceber o ponto de vista do outro, descentrando-se de toda a referência universal.

M. Postic (2008), por seu turno, defende que na relação pedagógica a mediação do docente é de cariz afectivo, e não intelectual, como sugeria a corrente humanista. Nesta abordagem, o formador, recusando-se a ser docente, não faz a iniciação; ele ouve, para libertar o outro, interroga-se sobre o sentido da caminhada que este segue, considera-se, tal como ele, um ser em

contínua evolução, tentando resolver com ele os conflitos e chegar a uma concertação provisória.

Esta mudança de paradigma, que passa da mediação intelectual à afectiva no que concerne ao papel do professor, coloca em evidência a necessidade premente de alterar a via afectiva no domínio escolar e não separar dois domínios por vezes encarados como opostos: a razão e os sentimentos. Esta transformação reveste-se de especial importância por determinar que a relação pedagógica deixa de ser encarada como transmissão num único sentido, do mestre para o aluno, visando a transformação do outro, de acordo com regras definidas a respeitar. Passa a tratar-se de uma troca, em que a subjectividade desempenha o seu papel, em que surge o conflito, sendo este último um estímulo ao progresso.

Docente e aluno: os novos papéis

“A relação educativa frutuosa baseia-se na confiança que o aluno tem em quem o conduz para o mundo social, e na implicação pessoal dos dois parceiros num processo vivo de descoberta” M. Postic (2008).

O docente é, com efeito, mediador entre o mundo social actual e a criança, depois adolescente, bem como o que faz chegar ao jovem a herança cultural da civilização. Porém, ele enfrenta uma concorrência cada vez maior, oriunda de várias fontes como os media, as organizações extra-escolares, colegas e até da Internet. Se o docente opta por ignorar estes contributos, acaba por cingir-se a um mundo artificial e as suas relações com os alunos limitar-se-ão à superficialidade. Ora, o papel do professor é elementar, porque os alunos têm muitas vezes a ilusão do saber e apreendem imagens sobrepostas da realidade. Ao docente compete o trabalho de desmistificar as imagens, confrontar os factos, ordená-los, reposicioná-los numa perspectiva histórica e daí extrair o seu significado. No entanto, nesta nova abordagem, o seu papel não é tanto de ensinar como de identificar as questões importantes destacadas

pelos próprios alunos e de estimular a sua actividade e orientar a investigação. Partindo de problemas, ele contribui para desvendar todos os seus aspectos e a analisá-los metodicamente. Quando se estabelece uma forma de cooperação entre o docente e os alunos, estes requerem naturalmente a sua colaboração e ele deve ser cauteloso no sentido de auxiliar sem se impor.

O acto pedagógico ajusta-se ao sistema de aprendizagem dos alunos, à sua via exploratória, articula-se em torno dos obstáculos encontrados pelo aluno na sua pesquisa, individual ou em grupo. O docente deve então ser mais organizador e animador da aprendizagem. Para que esta concepção prevaleça, é imperativo que as estruturas institucionais o permitam, o que varia notavelmente conforme os níveis de ensino. Convém lembrar que esta descrição geral da função do docente, socorrendo-se de papéis complementares junto dos alunos, designadamente na tomada de decisão quanto à programação das actividades e à definição das modalidades pedagógicas, deve ser aplicada tendo em conta as exigências particulares das idades dos alunos e das disciplinas leccionadas, aspectos que são frequentemente negligenciados.

O diálogo educativo

O diálogo educativo segundo Postic (2008) apresenta-se como assimétrico, carácter intrínseco à sua conjuntura pois para ser simétrico teria de implicar uma evolução análoga dos parceiros na descoberta de um facto, na elaboração de um conhecimento, uma transição simultânea das etapas, mercê da cooperação recíproca. Ora, na melhor das hipóteses, trata-se de um movimento dialéctico gerado, não de um confronto, mas de uma investigação alimentada pelo embate de concepções antagónicas, pelo conflito entre dois universos subjectivos e que finda em lutas na procura de um determinado conhecimento. Este debate possui um intuito específico e é guiado por um dos parceiros.

Neste diálogo, o educador deve concentrar-se no discente, aceitando oposições à sua perspectiva. Cabe-lhe indicar o caminho e deixar depois o discente percorrê-lo, escolhendo o seu próprio itinerário. Deve ainda intervir para evitar que o aluno dê um passo em falso ou mesmo uma queda, guia-o, mas deixando-o eleger o itinerário.

O erro do educador seria recusar assumir a sua função ou desnaturá-la por excesso de poder ou ainda prolongá-la quando ela já não é útil. Sendo a sua acção temporária, ele contribui para ultrapassar uma etapa e depois apaga-se. O aluno segue o seu percurso, seja com outro guia, seja de forma autónoma.

Uma das causas da assimetria do diálogo educativo advém da dimensão temporal. Apenas o professor domina as componentes de todo o processo que caracteriza esta dimensão, ignorada pelo estudante, uma vez que vê esse tempo num conjunto, ainda que este último possua alguma noção do fim a atingir e da maneira como alcançá-lo. O aluno é informado sobre um fim parcial (atingir tal nível, passar no exame, por exemplo), mas apenas o docente situa este fim pragmático nos contextos cognitivos, operatórios, afectivos, sociais. A título de exemplo, no caso específico da Geometria Descritiva é comum ouvir os alunos questionarem-se “para que serve afinal esta disciplina?” ou “para que é que eu preciso de Geometria Descritiva?”.

Outra questão prende-se com as projecções que podem ser feitas do professor relativamente ao aluno e ao que podem vir a ser no futuro. Não estando isentas de distorção, essas projecções podem induzir o educador em erros que poderão ser prejudiciais ao discente.

Em suma, o diálogo, na conjuntura pedagógica, apresenta um carácter assimétrico, que resulta da essência das tarefas assumidas por cada um e da dimensão temporal aberta relativamente ao futuro: o professor desencadeia o processo educativo e actua de acordo com a sua própria percepção sobre o futuro do aluno. Mesmo que ele pretenda emancipar a criança e auxiliá-la na construção do seu próprio caminho, continua como protagonista da situação.

“Mas ensinar, é também despojar-se do saber em proveito dum outro, é tornar o outro tão poderoso como ele próprio é. Os aspectos contraditórios tomam-se conflituais, pela relação que o docente e o aluno mantêm com o saber” Marcel Postic (2008).

O professor, dotado de poder oriundo não só das normas institucionais mas também da qualificação que possui, exerce a sua actividade de acordo com as regras, o que lhe possibilita coagir, ao desempenhar o seu papel de transmitir o saber, e de aplicar sanções, ao lançar as notas dos alunos. Outorgada pelo sistema escolar, a sua autoridade é considerada legítima e aquele sobre quem ela é dirigida é obrigado a aceitá-la. Se o docente renunciar ou deixar de exercer a sua autoridade, será excluído do sistema.

Durante o estágio, quando questionados sobre estas matérias, alguns docentes consideraram que os “métodos modernos” possibilitam um ambiente mais caloroso e motivador, embora deixem transparecer alguma inquietação neste processo de mudança. No percurso entre o ensino mais tradicional e o que valoriza uma maior aproximação ao aluno, os obstáculos apontados são principalmente o desinteresse dos alunos pelas matérias leccionadas, já que não reconhecem a sua utilidade e, particularmente, o facto de para os alunos o professor não ser sempre um modelo ideal que inspire admiração e respeito. Outras considerações que reflectem as dificuldades são turmas demasiado numerosas e heterogéneas, a necessidade de abarcar o programa e preparar os exames, e as inseguranças de formação científica e pedagógica. Referem com regularidade que para o ideal desempenho dos novos papéis, as condições em que se ensina teriam de se alterar. Actualmente definem-se pelo docente sozinho perante a sua turma, que intervém de uma forma independente, enquanto os novos papéis exigem uma interdependência dos docentes, uma convergência para um trabalho de equipa. É ainda evidente a falta de capacidade para uma concordância com outros docentes de modo a alcançar métodos coordenados.

Capítulo 4 - Actividades desenvolvidas

Durante a experiência adquirida no decorrer da actividade de estágio em que foram observadas e ministradas aulas de Geometria Descritiva (entre outras), houve oportunidade de apreender vários factores relacionados com o ensino e a aprendizagem da disciplina, particularmente no que concerne às metodologias e estratégias empregues e à reacção dos estudantes a estas. Assim pretende-se, durante este capítulo, apresentar e reflectir sobre as actividades de estágio desenvolvidas, abordar as dificuldades dos alunos na aprendizagem da Geometria Descritiva e apontar a possibilidade de enveredar por caminhos alternativos, à luz da experiência adquirida e do estudo das visões de alguns autores.

Já havia sido acordado com a professora Henriqueta que iria trabalhar a unidade de Representação de Sólidos 1, ficando combinado que esse conteúdo podia ser introduzido no dia 22/02/10.

Os alunos foram avisados e referi sumariamente o assunto que iríamos abordar, sugerindo-lhes que investigassem um pouco a matéria que iríamos estudar, uma vez que todos utilizavam o manual da disciplina. Eles riram-se, o que revelou hábitos de estudo sempre posteriores e nunca prévios à abordagem dos conteúdos, não havendo qualquer tipo de investigação autónoma de preparação aos conteúdos da disciplina. Pedi-lhes que trouxessem, para além do material habitual, uma tesoura e cola.

Narrativas semanais de estágio 18/02/10

Definições do programa

Quanto ao módulo que havia acordado leccionar, a Representação de Sólidos 1, consta do programa relativamente aos conteúdos, número de aulas e sugestões metodológicas o seguinte:

Modulo 3 – Representação diédrica

3.7 Sólidos I

3.7.1 Pirâmides (regulares e oblíquas de base regular) e cones (de revolução e

oblíquos de base circular) de base horizontal, frontal ou de perfil

3.7.2 Prismas (regulares e oblíquos de base regular) e cilindros (de revolução e oblíquos de base circular) de bases horizontais, frontais ou de perfil

3.7.3 Esfera; círculos máximos (horizontal, frontal e de perfil)

3.7.4 Pontos e linhas situados nas arestas, nas faces ou nas superfícies dos sólidos

Nº de aulas/90 minutos – sete aulas.

Sugestões metodológicas

Como introdução ao estudo dos sólidos poder-se-á recorrer a modelos tridimensionais, vídeos, ao CAD ou a *software* de geometria dinâmica. O manuseamento e a visualização de modelos, de acordo com os enunciados dos problemas, poderão facilitar a leitura e compreensão das projecções, incluindo o reconhecimento das invisibilidades. Será vantajoso que os alunos desenhem as projecções de várias figuras planas coloridas com diferentes cotas ou afastamentos para melhor percepção das visibilidades.

Em alternativa, sugere-se que os alunos partam das projecções de um polígono (ou círculo) e de um ponto exterior ou de dois polígonos (ou círculos) sobrepostos concluindo, então, as projecções do respectivo sólido, seus contornos aparentes e suas visibilidades e invisibilidades. Será ainda vantajoso utilizar a cor na representação de arestas (eventualmente geratrizes) ou, em alternativa, colorir as faces (eventualmente superfície lateral) com cores diferentes. Esta diferenciação permitirá que os alunos tenham uma percepção facilitada das visibilidades ou invisibilidades de arestas (geratrizes) ou faces (superfície lateral) nas diferentes projecções. Quando os sólidos apresentem base(s) ou face(s) de perfil poderá ser necessário recorrer à terceira projecção. Convém que seja dada especial atenção a dois dos sólidos platónicos – tetraedro e hexaedro regulares - ao fazer o estudo representativo de pirâmides e prismas, respectivamente.

In Programa da disciplina Geometria Descritiva A - Ministério da Educação

Interessa acrescentar que a forma como planeei as actividades, embora se distinguísse em grande parte do modelo de aula da docente da disciplina relativamente às estratégias e metodologias utilizadas, manteve a mesma sequência dos conteúdos e os mesmos critérios de avaliação. Os objectivos seriam os definidos pelo programa da disciplina e adoptados pela escola e docente.

Relativamente ao programa, foi utilizado como referência, embora usufruindo da autonomia que se reconhece e concede ao professor. Refira-se, a título de exemplo, que o número de aulas reservado a este módulo passou de sete para nove aulas de 90 minutos.

Cronograma

A planificação das aulas foi disposta segundo os seguintes sumários para um total de nove aulas de 90 minutos:

Aula 1 - (22/02/10)

Noção de contorno aparente e de invisibilidades na representação de sólidos.
Poliedros.

Representação de pirâmides rectas e oblíquas de bases horizontais (de nível), frontais (de frente) e de perfil.

Aula 2 - (23/02/10)

Representação de prismas rectos e oblíquos de bases horizontais (de nível), frontais (de frente) e de perfil.

Aula 3 - (25/02/10)

Representação de cones rectos e oblíquos de bases horizontais (de nível), frontais (de frente) e de perfil.

Aula 4 - (01/03/10)

Representação de cilindros rectos e oblíquos de bases horizontais (de nível), frontais (de frente) e de perfil.

Aula 5 - (02/03/10)

Representação de linhas e pontos pertencentes às faces/arestas de poliedros.
Determinação dos traços de planos que contêm faces de poliedros.

Aula 6 - (08/03/10)

Representação de linhas e pontos pertencentes à superfície de cones e cilindros.

Aula 7 - (09/03/10)

Representação da esfera.

Projectção de linhas e pontos pertencentes a uma superfície esférica.

Aula 8 - (11/03/10)

Ficha individual de trabalho (exercícios globais).

Aula 9 - (15/03/10)

Ficha individual de trabalho (exercícios globais).

Ideias para os tópicos principais

Neste módulo foram construídos e manipulados conjuntos de sólidos (Fig. 2) e maquetas dos planos de projecção (frontal e horizontal), posteriormente executados através de desenho das épuras em sala de aula. Deste modo, foi possível ao aluno esclarecer a épura a partir do modelo tridimensional. Parte-se, portanto, de um modelo tridimensional e de uma situação espacial real, para se desenhar a planificação das suas vistas (as suas projecções ortogonais), retornando aos modelos tridimensionais para verificação e discussão.

As principais modificações levadas a cabo, para além da alteração na sequência das etapas de trabalho e construção/utilização dos modelos, dizem respeito à criação e utilização de representações gráficas e animações digitais (Fig. 3) introduzidas como material de apoio nas aulas, de forma a auxiliar o aluno a melhor visualizar os conceitos, enunciados e solução dos problemas a serem resolvidos. Foi também alterada a organização social do trabalho que passou a alternar entre trabalho de grupo e individual.

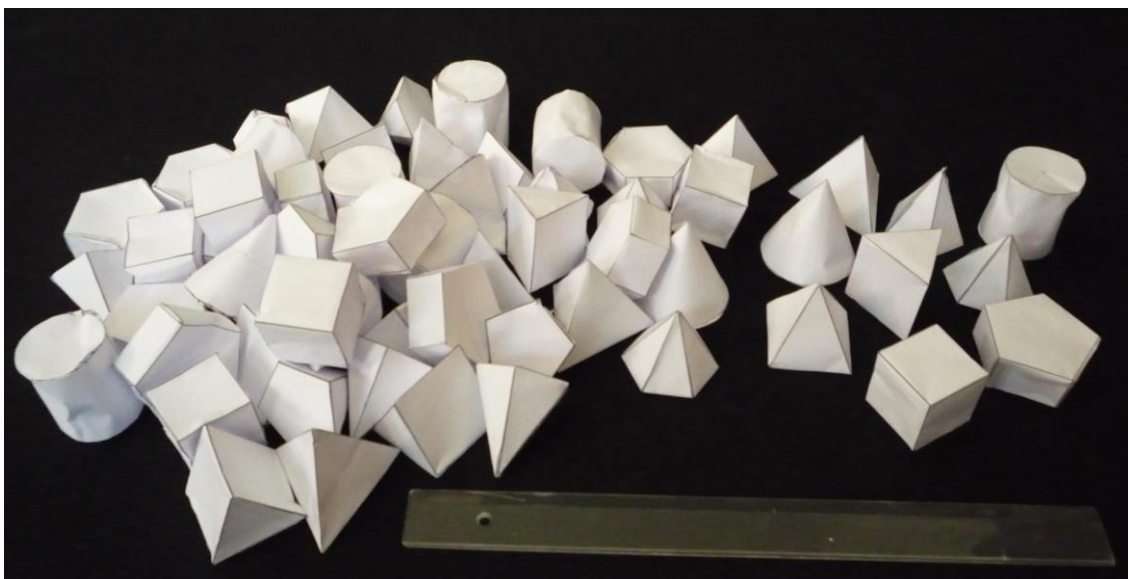


Fig. 2 – sólidos geométricos construídos nas aulas pela turma 10º CT7

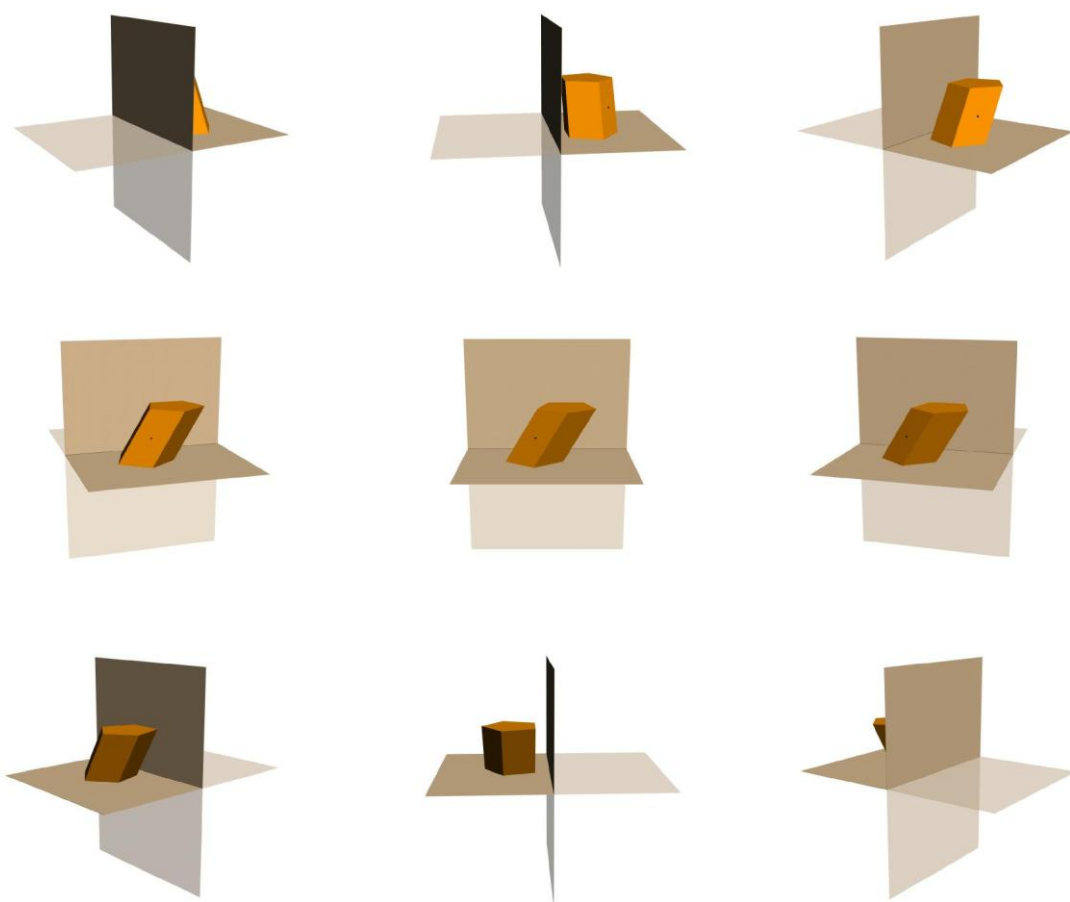


Fig. 3 – nove *frames* de uma animação produzida para as aulas da turma 10º CT7

Recursos

O local (sala de aula) seria o comum uma vez que se reuniam as condições necessárias de acordo com a oferta possível da escola. A sala dispunha de cadeiras e mesas (estiradores individuais) em número suficiente para alunos e docentes, um quadro branco e um caixote de lixo. De referir também que a sala não dispunha de janelas, o que claramente foi apontado como aspecto negativo, mas que em aulas de projecção multimédia tinha a vantagem de ser possível escurecer a sala desligando apenas a luz. Foi ainda requisitado à instituição um projector multimédia e utilizei, por uma questão de facilidade, o meu computador portátil pessoal, embora na escola fosse muito fácil e rápida a requisição deste tipo de material informático. Aos alunos foi solicitado, para além do material que habitualmente traziam (riscadores, aristo, compasso, caderno de desenho, etc.), tesoura e cola.

Organização social do trabalho

Uma das primeiras impressões que tive desta turma foi a de que é muito barulhenta. Em alguns momentos parece que está uma grande confusão na sala de aula, embora tenha começado a perceber que grande parte do barulho vem de alunos que estão a tentar resolver os exercícios, tirando dúvidas e discutindo entre eles, o que me parece ser extremamente positivo. Será, portanto, prudente ser o mais cirúrgico possível no controle deste “barulho”, identificar os vários tipos de ruído e abafar apenas aquele que não é produtivo na sala de aula.

Narrativas semanais de estágio 19/10/09

Tendo percebido que havia por parte dos alunos um interesse espontâneo em colaborar com os colegas na resolução de exercícios, e indo de encontro à tendência natural da turma, considerei a possibilidade do trabalho de grupo (que tem subjacente uma filosofia de aprendizagem cooperativa ou colaborativa).

Organização da sala/formação de grupos

A organização da sala para o trabalho em grupos implicava a redistribuição de mesas e cadeiras no início de cada aula, tarefa que exigia um esforço e um dispêndio de tempo suplementar, pelo qual os alunos se responsabilizaram desde o primeiro momento, dispondo-se a comparecer, para o efeito, antes do início de cada aula, e permanecer um pouco depois do final para voltar a colocar tudo na disposição original. Optou-se por proceder a estas tarefas nos intervalos, já que se reconheceu que o barulho inevitável deste processo poderia incomodar as aulas nas salas adjacentes - refira-se que as instalações provisórias da escola são parcas em termos de insonorização.

Quanto à formação dos grupos, deixei a escolha ao critério dos alunos, tendo fixado apenas o número de membros entre 4 e 5 alunos, somando desta forma 6 grupos de trabalho. Foi feita também a experiência de trabalho de grupo em pares, sendo a logística para este caso mais facilitada, uma vez que era apenas necessário juntar as mesas duas a duas. Deixar ao critério dos alunos a constituição dos grupos de forma a evitar ser uma imposição do professor funcionou bem, embora estivesse a este respeito sempre vigilante, não fosse esta organização carecer de um ajuste. Houve até momentos em que a constituição dos grupos acontecia de forma natural, por ordem de chegada.

Sobre as actividades

Depois de constituídos os grupos e feita uma breve introdução teórica, deu-se início, na primeira aula referente ao módulo de Representação de Sólidos 1, à construção de vários sólidos geométricos em papel.

Os sólidos geométricos foram construídos pelos próprios alunos, a quem, por escassez de tempo e uma vez que se apresentaram pouco versados na prática do desenho (relembro tratar-se de um curso de ciências) não foi pedido que concebessem o modo de planificação dos sólidos, limitando-se ao recorte e

montagem dos mesmos. Todavia, sinto-me tentado a reconsiderar esta questão em situações futuras uma vez que o material proposto baseia-se, principalmente, na metodologia de resolução de problemas, estimulando o aluno a procurar soluções e promover a auto-aprendizagem.

Esta construção de sólidos apresentou-se como a primeira tarefa colaborativa proposta aos alunos. Talvez por se tratar de uma tarefa manual e ser novidade no contexto da disciplina, foi aceite com entusiasmo. A realização dos vários sólidos envolveu a divisão de tarefas, sendo que alguns grupos decidiram dividir as diferentes tarefas como o recorte e a colagem, enquanto outros optaram por dividir o número de sólidos pelos elementos do grupo, procedendo individualmente à sua construção. É importante referir que a intencionalidade deste trabalho em grupo é dirigida mais à promoção, ao incentivo ao debate e à entreajuda na compreensão dos conteúdos da disciplina, do que à gestão de tarefas.

A este respeito, as actividades baseadas na resolução de exercícios apresentam-se como as mais importantes e recorrentes no ensino de Geometria Descritiva, uma vez que ajudam o aluno a realizar e testar hipóteses e, assim, obter o conhecimento indispensável para compreender os conceitos e aplicá-los posteriormente.

Após enunciados os exercícios a resolver, foi referido aos alunos que deveriam produzir individualmente os desenhos de resolução (o que seria sujeito a verificação) e que a procura destas resoluções deveria ser discutida pelos membros de cada grupo aquando da sua realização. Verifiquei que esta prática funcionava muito bem para grupos de pares, enquanto nos grupos maiores (de 4 ou 5 alunos) esta organização por pares acontecia espontaneamente, criando-se subgrupos de trabalho.

A vantagem revelada pelos grupos maiores foi que quando a solução não era encontrada dentro do par, (o que acontecia frequentemente) existia a possibilidade de conferência com os restantes membros do grupo. Criava-se também uma dinâmica de comparação e discussão de resultados.

As duas últimas aulas destinadas a trabalhar estes conteúdos foram reservadas à resolução individual de uma ficha de trabalho, hábito previamente instituído pela docente da disciplina.

Tutoria

No que concerne à função dos professores (Prof. Henriqueta e eu), foi essencialmente a de facilitadores, muito embora fosse necessário, em determinados momentos, desempenhar um papel mais interventivo. O caminho trilhado nesta abordagem implica, na fase inicial, a visualização mental, seguindo-se a formalização física, manipulação e, posteriormente, a teorização. Por outras palavras, o aluno começa por ser sensibilizado, sendo que os conceitos básicos e notação são introduzidos gradualmente à medida das necessidades. Só então são introduzidas temáticas mais específicas relativas à Geometria Descritiva.

Usualmente tinha por hábito circular entre os grupos enquanto estes trabalhavam na resolução dos exercícios propostos, prestando um apoio mais individualizado. Desta forma era mais fácil ajustar o tipo de explicações ou orientações dadas. Nestes pequenos grupos tornou-se mais simples identificar os denominadores comuns, o que possibilitou um atendimento mais específico. Fazia sempre um esforço para que a resolução das dúvidas saísse do próprio grupo. Quando percebia que alguma questão era recorrente nos vários grupos, fazia uma exposição dirigida a toda a turma. Estes momentos mais expositivos aconteciam também no final das actividades, como forma de revisão e resumo, funcionando num modelo de debate aberto, somando os resultados e conclusões a que cada grupo havia chegado e permitindo assim deduzir, a partir destes indícios, as leis gerais que governam os problemas geométricos apresentados.

No que concerne à delineação, concepção e programação das aulas o envolvimento inicial dos alunos foi relativamente passivo. Estes revelaram-se,

na sua generalidade, apenas como fonte de informação e diagnóstico, ou seja, forneceram sugestões que foram transformadas em requisitos do projecto. Muito embora tenha experimentado em diversas ocasiões a consulta directa, tanto sobre as decisões tomadas como sobre as práticas desenvolvidas na sala de aula, para que pudessem verificá-las e emitir opinião sobre as mesmas, observei pouco envolvimento consultivo por parte dos alunos. Considero que um envolvimento mais participativo pode ser altamente motivador tanto para os alunos como para o professor, visto que a responsabilidade do projecto é partilhada durante todo o processo (nos requisitos implícitos da sua génese, nos detalhes do seu desenvolvimento, e na sua avaliação). Nas ocasiões em que persisti na busca de uma abordagem mais participativa, os alunos cooperaram mais activamente na crítica, proposta e implementação de soluções.

Relativamente ao material didáctico utilizado, à medida que os alunos interagiam com estas ferramentas, iam identificando necessidades de reformulação deste material, sendo que essa necessidade se manifestou no âmbito da própria disciplina. Assim, no decorrer das aulas, os próprios alunos apontaram falhas e propuseram sugestões sobre aspectos que poderiam ser aperfeiçoados, colocando questões nos momentos em que a solução não era evidente de imediato. Assim deram o seu contributo para possíveis melhoramentos do desenho dos instrumentos didácticos utilizados.

Avaliação

Em Geometria Descritiva, enquanto os alunos trabalhavam na resolução de exercícios, tive oportunidade, uma vez que se aproximava o final do período lectivo, de conversar com a professora Henriqueta sobre a avaliação. Durante esta conversa, expus algumas dúvidas que diziam respeito ao processo de elaboração dos exercícios que deviam constar nas fichas de trabalho e no teste de avaliação. Referiam-se ainda ao processo de correcção e da atribuição das cotações relativas à transposição de dados, resoluções, rigor e traçados gráficos. Conversámos igualmente sobre de que forma factores como a assiduidade, o comportamento, o empenho e outros contribuem para a decisão de uma nota final.

Narrativas semanais de estágio 24/11/09

A avaliação em Geometria Descritiva é contínua, baseada nos critérios de avaliação da disciplina adoptados pela escola, e integra três componentes: diagnóstica, formativa e sumativa. Tem como referência os objectivos e a aferição das competências adquiridas e, define-se segundo domínios que se apresentam em anexo.

Considerando que a recolha de dados para a avaliação seria feita através de:

- provas de avaliação sumativa (no mínimo duas por período) - 75%
- trabalhos realizados nas aulas ou delas decorrentes - 20%
- atitudes reveladas durante as actividades - 5%

A avaliação diagnóstica e formativa foi efectuada em estreita relação com a docente da disciplina, que tomou a seu cargo, no final da actividade, a elaboração e correcção do teste, de acordo com o calendário de testes estabelecido para a disciplina, procedendo também à avaliação sumativa.

Deve ser tido em conta o facto de o planeamento em educação nunca produzir resultados imediatos e de a enunciação de um juízo global sobre o grau de desenvolvimento das aprendizagens do aluno ser consequência natural de um percurso maior que o mesmo efectua no âmbito da disciplina e que transcende uma ou outra actividade pontual. Neste sentido, apresentam-se aqui os resultados obtidos no teste de avaliação dos conteúdos por mim leccionados, que pelos motivos referidos e por não apresentarem oscilação significativa sobre os resultados dos testes precedentes, foram encarados para além do contributo para uma nota final, como indicadores para possíveis ajustes metodológicos sobre os percursos individuais de alguns alunos.

No total dos 26 alunos houve 18 positivas e 8 negativas, sendo que:

- 7 alunos situaram-se entre os 0 e 8 valores
- 1 aluno situou-se entre os 8 e 10 valores
- 10 alunos situaram-se entre os 10 e os 14 valores
- 8 alunos situaram-se entre os 14 e os 20 valores

Elementos considerados importantes, tais como avaliações anteriores, foram obtidos através da docente da disciplina, que prestou também algumas declarações no final da experiência. Na última sessão foi solicitado aos alunos que elaborassem (respondendo a inquérito) comentários ou opiniões relativos à globalidade das sessões e às práticas utilizadas.

Quanto às ideias principais que emergem do inquérito realizado aos alunos relativamente à importância que atribuem à disciplina de Geometria Descritiva, aos seus hábitos de estudo e ao seu grau de motivação para a mesma, as respostas foram muito variadas e por vezes até antagónicas, oscilando entre os alunos que não lhe atribuem importância e se sentem completamente desmotivados para o seu estudo e os que a consideram relevante para o seu futuro. A motivação e os hábitos de estudo prendem-se essencialmente com a ambição de conquistar bons resultados de forma a prosseguir os seus estudos. Quanto às estratégias que os alunos apontam espontaneamente como fundamentais para uma boa apreensão dos conceitos específicos da Geometria Descritiva, verifica-se que os factores apresentados são muito vagos, como a atenção nas aulas, o estudo e a prática. No entanto, quando confrontados com outros factores e estratégias de aprendizagem e de estudo, reconhecem a importância de conceitos e de métodos como a construção e manipulação de modelos tridimensionais, visualização de desenhos em perspectiva, demonstração em dupla projecção ortogonal, e visualização de ilustrações e animações digitais. Apontam também como factores de grande importância o gosto pela disciplina, o desempenho do professor e a resolução de problemas.

No que respeita à organização social do trabalho, foram unânimes em apontar o trabalho em grupo como algo positivo, não só pelo apoio mútuo conseguido mas também pela maior propensão à troca de ideias, apontando como desvantagens o barulho e a “conversa” que por vezes se gera sobre outros assuntos. Quando inquiridos sobre a actuação do professor, na sua generalidade, valorizaram as suas “explicações” e o apoio individual prestado, bem como a forma como tornou as aulas mais dinâmicas e motivadoras.

Considerações finais

Reconhecendo as dificuldades manifestadas na aprendizagem da Geometria Descritiva, investigadores de diversas áreas têm-se debruçado sobre possíveis alternativas que possam melhorar o processo de ensino desta disciplina. Estas actividades abrangem um leque diversificado de campos que variam entre as alterações de âmbito metodológico e a concepção de material didáctico apropriado ao ensino da Geometria Descritiva.

De modo a apreender os conceitos da Geometria Descritiva é indispensável que exista uma relação estreita e constante entre o bidimensional e o tridimensional, sendo que o aluno deverá ser capaz de desenvolver uma representação mental do objecto real tridimensional partindo das suas projecções no plano, além de fazer um registo das projecções no plano bidimensional de um objecto tridimensional.

Por outro lado, o aperfeiçoamento da capacidade de análise, isto é, a habilidade para desconstruir objectos complexos nas suas componentes fundamentais, é igualmente um factor capital no que concerne à aprendizagem da Geometria Descritiva. É essencial que os alunos compreendam que, no acto de desenhar, lhes cabe representar as faces, arestas e vértices que podem observar em sólidos ou objectos, estando aí contidos os planos, rectas e pontos ministrados no processo convencional da Geometria Descritiva. Segundo a célebre premissa de Monge, “quem sabe representar o ponto, a recta e o plano sabe toda a Geometria Descritiva”. Esta afirmação permite concluir que é possível alcançar com facilidade a solução de todos os problemas inerentes à Geometria Descritiva, a partir de uma reduzida quantidade de conhecimento e seguindo um caminho concertado baseado na lógica e no método, de raciocínio em raciocínio.

O carácter processual representa em si um aspecto relevante e peculiar no que respeita à elaboração de representações gráficas no decorrer do processo de aprendizagem da Geometria Descritiva. Um dos grandes obstáculos verificados

durante este decurso prende-se com uma falha na sequência das construções geométricas, uma vez que a ordem pela qual as operações são executadas não fica explícita quando observada a configuração final de um exercício solucionado. Nomeadamente no caso de exercícios complexos, a sua resolução pode implicar enorme quantidade de linhas e pontos que dificultam a interpretação sobre a origem dos procedimentos utilizados.

A este respeito, inicialmente considerei que as representações elaboradas com recurso ao computador e exibidas através de projecção multimédia poderiam constituir uma mais-valia, uma vez que permitem mostrar e explicar a resolução de um exercício através da visualização sequencial dos vários passos até à resolução final. Verifica-se uma grande economia de tempo, uma vez que dispensa a construção (desenho) em tempo real no quadro. Agora, após observação mais apurada, continuo a considerar a eficácia deste pressuposto, especialmente em exercícios mais complexos em que é maior a margem de erro e a falta de rigor nos traçados. No entanto, entendo que deve ser concedida especial atenção à elaboração dos desenhos no quadro pelo professor. Creio que representa um imenso incentivo para os estudantes observar a execução dos desenhos no contexto da sala de aula, já que funciona como um estímulo para que queiram também experimentar fazê-lo. Neste encadeamento, no meu prisma, fica mais evidente a visão do desenho como um instrumento que permite expressar ideias.

No que respeita à componente comunicacional das representações gráficas, a mensagem deverá ser transmitida sem ambiguidade. No caso específico da Geometria Descritiva, não é fácil atingir uma comunicação clara, devido à utilização de notações e tipos de projecção padronizadas que muitas vezes podem não ser evidentes para a maioria dos alunos. Assim, é importante que o aluno seja capaz de concretizar o pensamento abstracto, reeducando o seu olhar de forma a ser capaz de observar os objectos de modo distinto do que olha para as formas de representação mais literais e realistas, como é o caso de esboços, renderizações de modelos virtuais (que apresentam um maior grau de realismo), entre outros.

Não se pode ignorar as dificuldades que grande número de alunos apresenta perante determinadas ilustrações, mesmo tratando-se de representações próximas da realidade e aliadas à utilização de software didáctico adequado.

É imprescindível recorrer a representações para resolver problemas, já que este processo desimpede a memória de curta duração que assim fica livre para analisar e comparar as diversas possibilidades de solução disponíveis. Para que isso seja exequível, é essencial que a (des)codificação da representação seja o mais simples possível, possibilitando que os recursos cognitivos sejam efectivamente empregues na solução do problema em questão.

Matlin (2004) aponta três momentos definidores da solução de problemas. O primeiro prende-se com a selecção e atenção a informações relevantes; o segundo refere-se à representação do problema e o terceiro constitui-se na selecção de estratégias de solução com base em critérios. A representação do problema apenas se torna possível quando o indivíduo já adquiriu uma compreensão bastante para criar algo visualizável e exteriorizar o pensamento a partir de conceitos e proposições abstractas.

No decorrer do processo de obtenção de aptidões cognitivas é necessário adquirir conhecimento sobre um conjunto de procedimentos geométricos que possam ser aplicados na resolução de questões da Geometria Descritiva, bem como a habilidade para idealizar soluções optimizadas e avaliar as suas próprias sugestões em exercícios resolvidos.

Este conjunto de características, aliado à necessidade de operacionalização dos conceitos principais da Geometria Descritiva, resulta num árduo esforço de abstracção por parte do aluno, que pela primeira vez se defronta com o género de representação utilizado na disciplina. Ao estudante, é, assim, exigido que desenvolva a sua percepção e visualização espaciais, capacidades que lhe serão essenciais noutras disciplinas que envolvam a representação, designadamente o desenho.

Como já havia mencionado, era meu intuito tornar o aluno o centro da sua própria aprendizagem. Contudo, neste paradigma de ensino-aprendizagem, a postura participativa do aluno é requisito mínimo para a compreensão dos assuntos em discussão. Verifiquei que o confronto com um modo mais dinâmico e variado de desenvolver a matéria resulta num maior estímulo que conduz a crescente motivação dos estudantes para a aprendizagem da Geometria Descritiva. Nesta sequência, é também mais evidente a importância do debate entre discente e docente e a promoção do debate entre discentes que conduz não raramente a propostas que visam uma melhoria deste processo.

Finalizo o presente Relatório grato pelo contributo que a sua elaboração, aliada à experiência de formação e estágio, prestou à descoberta do sentido da minha procura, a perspectivar as condições da caminhada que agora se re-inicia e do que representa, para mim em particular, a acção educativa.

Por um lado, o cuidado em racionalizar o acto educativo, com vista a uma maior eficácia, através de acções como colocar os dispositivos, calibrar as progressões, aperfeiçoar os métodos e as técnicas, e controlar os resultados. Por outro, a preocupação em captar as particularidades de cada situação, as suas variadas extensões e progressos com sensibilidade e rigor, em que se incluem aspectos como presença, atenção, diálogo, implicação, afectos e abertura ao imprevisto, enfim, deter o sentido do drama educativo.

Bibliografia

ALBUQUERQUE, Luís de (1969) *Elementos de Geometria Projectiva e Geometria Descritiva*. Coimbra: Livraria Almedina.

ALMEIDA, Alfredo Betâmio (1967) *Ensaio para uma Didáctica Do Desenho*. Lisboa: Escolar Editora

ANTUNES, Celso (2004). *As inteligências múltiplas e os seus estímulos*. Porto: Edições Asa.

BEST, David (1996) *A racionalidade do sentimento*. Porto: Edições Asa

CAMPOS, Bartolomeu (1990) *Psicologia do Desenvolvimento e Educação de Jovens* (volume II). Lisboa: Universidade Aberta

COSTA, João (2005) *Geometria Descritiva 11B*. Porto: Areal.

CUNHA, Luís Veiga da (1994) *Desenho Técnico* (9ª Edição). Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.

CROWLEY, Mary L. (1987). "The Van Hiele Model of the Development of Geometric Thought" in *Learning and Teaching Geometry, K-12*, ed. Mary M. Lindquist. Reston, Va.: National Council of Teachers of Mathematics. 1 - 16.

FREIRE, Paulo (1997) *Pedagogia da Autonomia - Saberes necessários à prática educativa*. São Paulo: Editora Paz e Terra

GARDNER, Howard (1994). *Estruturas da mente: a teoria das inteligências múltiplas*. Porto Alegre: Artmed.

GARDNER, Howard (1996). *A Nova Ciência da Mente*. São Paulo: Edusp.

GODEAUX, L. (1960) *As Geometrias*. Lisboa: Edições Europa - América

HAUSER, Arnold (1989) *História Social da Arte e da Cultura: Os Tempos Pré-Históricos, Grécia e Roma* (vol.1). Aveiro: Vega/Estante Editora.

KRIKKE, Jan (2000) "Axonometry: A Matter of Perspective". *IEEE Computer Graphics and Applications*, Vol. 20, nº 4, 7-11.

LOPES, José (2003) *Psicologia do Adolescente – Implicações para o Ensino*. Vila Real: UTAD

MATLIN, Margaret W. (2004) *Psicologia cognitiva*. Tradução de Stella Machado. Rio de Janeiro: LTC Editora.

MATOS, J.M. (1992) *Acomodando a teoria de van Hiele a modelos cognitivos idealizados*. In Quadrante, nº1 vol 1, (pág.93-112).

Quadrante - revista teórica e de investigação da Associação de Professores de Matemática.

MATOS, J.M. (1985) *Cronologia recente do ensino da Matemática*.

Lisboa: Associação de Professores de Matemática, 1985.

MORGADO, Francisco (1996) *Ambiente Interactivo para o Ensino da Geometria Descritiva*, Dissertação de Mestrado, Lisboa: IST.

PIAGET, Jean e INHELDER, Barbel (1977). *A imagem mental na criança*. Porto: Livraria Civilização Editora.

POSTIC, Marcel (2008) *A Relação Pedagógica*. Lisboa: Padrões Culturais Editora

PÜTZ, Claus (2001) *Teaching Descriptive Geometry for Architects: Didactic Principles and Effective Methods Demonstrates by the Example of Monge Projection*. São Paulo: Graphica.

RICCA, Guilherme (1992) *Geometria Descritiva – Método de Monge*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.

RODRIGUES, Ana (2000) *O Desenho, Ordem do Pensamento Arquitectónico*. Lisboa: Editorial Estampa

ROGERS, Carl (1969) *Freedom to Learn: A View of What Education Might Become*. Columbus, Ohio: Charles E. Merrill Publishing Company.

SOUSA, Jesus (2000) *O Professor como Pessoa – A dimensão pessoal na formação de professores*. Porto: Edições Asa

SOUSA, Rocha (1995) *Didáctica da Educação Visual*. Lisboa: Universidade Aberta

TEODORO, Vítor Duarte; FREITAS, João Correia (1992) *Educação e Computadores*. Lisboa: Gabinete de Estudos e Planeamento, Ministério da Educação.

VAN HIELE, Pierre (1986). *Structure and insight. A theory of mathematics education*. London: Academic Press.

VELOSO, E. (1998) *Geometria - Temas actuais*. Lisboa: Instituto de Inovação Educacional.

VYGOTSKY, L. S. (1991). “Aprendizagem e desenvolvimento intelectual na idade escolar”, In A. R. Luria; A. N. Leontiev & L. S. Vygotsky e outros, *Psicologia e pedagogia I: bases psicológicas da aprendizagem e do desenvolvimento* (2ª Ed.). Lisboa: Editorial Estampa, 31 - 50.

Documentos Digitais

BALL, W. W. Rouse (2010) *A Short Account of the History of Mathematics*. The Project Gutenberg EBook, [EBook #31246] - <http://www.gutenberg.org/etext/31246>, 05/04/2010.

BRUNER, Jerome (1966). *Toward a Theory of Instruction*. Cambridge: Harvard University Press

[http://www.google.com/books?hl=pt-PT&lr=&id=F_d96D9FmbUC&oi=fnd&pg=PA1&dq=Bruner,+J.+\(1966\).+Toward+a+Theory+of+Instruction.+Cambridge.+Harvard+University+Press&ots=yRUU0qJ5uL&sig=9zQOZ78ahwkNrP7qE3hk5pXdB2Y#v=onepage&q&f=false](http://www.google.com/books?hl=pt-PT&lr=&id=F_d96D9FmbUC&oi=fnd&pg=PA1&dq=Bruner,+J.+(1966).+Toward+a+Theory+of+Instruction.+Cambridge.+Harvard+University+Press&ots=yRUU0qJ5uL&sig=9zQOZ78ahwkNrP7qE3hk5pXdB2Y#v=onepage&q&f=false), 07/05/2010

EDELMAN, Shimon (1999) *Representation and Recognition in Vision*. Massachusetts: MIT Press. http://www.google.com/books?hl=pt-PT&lr=&id=g4T-gP7JCXIC&oi=fnd&pg=PR13&dq=EDELMAN,+Shimon+-+REPRESENTATION+AND+RECOGNITION+IN+VISION.&ots=2oyr0HqAAB&sig=Gaxdo89XOjE-8CMcLbfM2TQd_7g#v=onepage&q&f=false, 01/03/2010.

MERGEL, Brenda (1998) "Instructional Design & Learning Theory". *In Educational Communications and Technology, University of Saskatchewan*. <http://www.usask.ca/education/coursework/802papers/mergel/brenda.htm>, 16/04/2010

MONGE, Gaspard (1847) *Geometrie Descriptive*. Paris: Bachelier Imprimeur – Libraire. http://books.google.pt/books?id=feVJAAAAMAAJ&printsec=frontcover&dq=%22G%C3%A9om%C3%A9trie+Descriptive%E2%80%9D&source=bl&ots=O68L_dGphf&sig=5P-h3h2qfBKE2ct4wTFAzFkp35c&hl=pt-PT&ei=OsoUTLq7FcyG4QaE1_X2Cw&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=2&ved=0CBsQ6AEwAQ#v=onepage&q&f=false, 30/03/09

Manuais

FURTADO, Aida; BENSABAT, Fernando (1990) *Descritiva 1*. Porto: Edições Asa

GONÇALVES, Luís (1979) *Geometria Descritiva 1 – 10º ano de escolaridade*. Lisboa: Empresa Literária Fluminense Lda.

GONÇALVES, Luís (1981) *Geometria Descritiva 2 – 11º ano de escolaridade*. Lisboa: Empresa Literária Fluminense Lda.

SANTA – RITA, José Fernando (2004) *GD-A Geometria Descritiva A – 10º Ano*. Lisboa: Texto Editora.

SANTA – RITA, José Fernando (2004) *GD-A Geometria Descritiva A – 11º /12ºAnos*, (volume 1 e 2). Lisboa: Texto Editora.

SANTA – RITA, José Fernando (2004) *Livro de Exercícios, GD-A Geometria Descritiva A – 10º /11ºAnos*. Lisboa: Texto Editora.

TRINDADE, Maria; GRAÇA, Cristina (1997) *Geometria Descritiva – A, Manual Prático e teórico 11º ano*. Lisboa: Lisboa Editora

MÜLLER, Maria João (2009) *Preparação para o Exame Nacional 2010, Geometria Descritiva A – 11º ano*. Porto: Porto Editora

Revistas

Boletim da APROGED, nºs 20, 21, 23, 24, 25, 26, 27.

Lista de Anexos (CD Anexos)

Anexo 1 - Narrativas Semanais de Estágio

Anexo 2 - Planificação e Objectivos

Anexo 3 – Critérios de Avaliação

Anexo 4 – Teste de Avaliação

Anexo 5 – Ficha de Trabalho

Anexo 6 – Ficha de Inquérito

Anexo 7 – Caracterização Sócio – Económica da Turma 10º CT7