

Carlos Agostinho Antunes da Silva

**A aprendizagem e o ensino do Método Cartesiano no Plano
com o CD-ROM da Escola Virtual**

Lisboa

2008

UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

Faculdade de Ciências e Tecnologia

Departamento de Matemática



**A aprendizagem e o ensino do Método Cartesiano no Plano
com o CD-ROM da Escola Virtual**

Carlos Agostinho Antunes da Silva

Dissertação apresentada na Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova
de Lisboa para obtenção do grau de Mestre em Ensino da Matemática

Orientador: Professor Doutor António Manuel Dias Domingos

Lisboa

2008

Agradecimentos

Ao Professor Doutor António Domingos, pela empatia, disponibilidade que demonstrou e pela forma interessada e exigente como orientou este trabalho.

Aos alunos pelo empenho com que reagiram o meu desafio.

À Graça pelo seu apoio e compreensão que tornou possível a realização deste trabalho.

Às minhas filhas, Margarida e Catarina, a quem dedico este trabalho, pela alegria e entusiasmo que me deram.

Resumo

Esta investigação visa estudar a forma como os materiais educativos em ambientes interactivos e dinâmicos, no CD-ROM da Escola Virtual, desenvolvem a competência dos alunos na aprendizagem da geometria e em particular, no tema relativo ao método cartesiano no plano. A metodologia de investigação insere-se no paradigma interpretativo e segue uma abordagem qualitativa. Foi seleccionada uma turma do 11.º ano de escolaridade de um curso profissional, de uma Escola Secundária do distrito de Lisboa. A recolha de dados decorreu ao longo de dois meses, e recorreu a técnicas diversas como observação das aulas, questionários, registo vídeo, entrevistas e seu registo áudio.

Os resultados obtidos neste estudo permitem concluir que a utilização do CD-ROM da Escola Virtual foi muito vantajosa no desenvolvimento do método cartesiano do plano e que a interactividade e animação gráfica presente contribuíram para uma boa compreensão dos conteúdos. Contudo, verificou-se que as potencialidades, dinâmicas e interactivas desta ferramenta nem sempre são suficientes e eficazes para a compreensão e apropriação de conceitos, por parte dos alunos. Quando os alunos não conseguem acompanhar as explicações no CD-ROM, o professor tem um papel preponderante, no sentido de os orientar, na procura de informação, ou de os ajudar na superação das dificuldades. Também permitiu concluir, que a utilização do CD-ROM influenciou de modo positivo a motivação dos alunos e favoreceu o trabalho colaborativo.

A aprendizagem dos conceitos matemáticos processou-se a partir das interacções entre os grupos e entre os elementos de cada grupo, e através das acções mediadas pelos artefactos, designadamente o CD-ROM da Escola Virtual e seus recursos.

Palavras chave: Aprendizagem da geometria; Ambientes dinâmicos e interactivos; CD-ROM da Escola Virtual.

Abstract

This research aims at studying the way how the educational materials used in interactive and dynamic environments, the Escola Virtual CD-ROM, develop the students' skills in learning geometry and particularly on the topic of the Cartesian plane method. The methodology used in the research is consistent with the interpretative paradigm and follows a qualitative approach. The students selected for this study are in the 11th grade of a professional course and attend a secondary school in the administrative district of Lisbon. The collection of the data took place over the course of two months and has used different techniques, such as the observation of the lessons, questionnaires, video footage, interviews and the respective audio recordings.

The results from this study allow concluding that the use of the Escola Virtual CD-ROM was very fruitful in the development of the Cartesian plane method and that the interactivity/graphic animation helped to improve the understanding of the content. Nevertheless, it was noted that the dynamic and interactive potential of this tool are not always enough and effective for the understanding and for the appropriation of concepts by the students. When the students do not manage to follow the explanations in the CD-ROM, the teacher has a key role in guiding them, looking for information, or in helping them to overcome their difficulties. The results also lead to the conclusion that the use of the CD-ROM was a positive influence in the students' motivation and encouraged cooperative work.

The learning of the mathematical concepts was facilitated by the interaction between the groups and between the members of each group and by the actions mediated by the artefacts, namely the Escola Virtual CD-ROM and its resources.

Keywords: Learning of geometry; Dynamic and interactive environments; Escola Virtual CD-ROM (Virtual School CD-ROM)

Índice

	pág.
Capítulo I – Introdução	10
1.1. Motivação do Estudo	10
1.2. Problema, objectivos e questões de investigação	12
Capítulo II – Revisão de literatura	14
2.1. Teoria da Actividade	14
2.2. As Tecnologias de Informação e Comunicação na aprendizagem da Matemática	18
2.3. Trabalho em grupo	21
2.4. Aprendizagem	23
Capítulo III - Metodologia de investigação	29
3.1. Investigação qualitativa	29
3.2. Instrumentos de recolha de dados	32
3.2.1. Entrevista	32
3.2.2. Questionários	33
3.2.3. Documentos produzidos pelos alunos	34
3.2.4. Observação participante	34
3.3. Procedimentos do estudo	35
3.3.1. Proposta Pedagógica	35
3.3.2. Caracterização do conteúdo “Método cartesiano do plano”, na ferramenta CD-ROM da Escola Virtual, usada pelos alunos	36
3.3.3. Participantes	42
3.3.4. Recolha de dados	44
3.3.5. Entrevista	45
3.3.6. Questionários	46
Capítulo IV – Análise de dados	47
4.1. Análise dos dados e resultados	47
4.2. Concepções dos alunos face à geometria e à utilização do CD-ROM da Escola Virtual	61
Capítulo V - Conclusões	64

Referências	68
Anexos	71
Anexo 1 - Primeiro questionário	72
Anexo 2 - Segundo questionário	75
Anexo 3 – Tarefa	78
Anexo 4 - Guião da Entrevista	80
Anexo 5 - Autorização	81
Anexo 6 - Manual Interactivo - Escola Virtual da Porto Editora	82

Índice de Figuras

	pág.
Figura 2.1 – Estrutura de uma actividade	17
Figura 2.2 – Modelo geral de formação de conceitos (Sfard, 1991, p. 22)	25
Figura 2.3 – Capsular de ordem superior (Gray e Tall, 1994, p. 136)	27
Figura 2.4 – Colapso da hierarquia nas operações com números (Gray e Tall, 1994, p. 136)	28
Figura 3.1 – Introdução – Método cartesiano do plano	37
Figura 3.2 – Referencial cartesiano	37
Figura 3.3 – Simetrias no plano	38
Figura 3.4 – Simetria	38
Figura 3.5 – Rectas paralelas aos eixos	39
Figura 3.6 – Avaliação	39
Figura 3.7 – Semi-planos	40
Figura 3.8 – Condições no plano	40
Figura 3.9 – Primeiras Leis de De Morgan	41
Figura 3.10 – Exercício I	41
Figura 3.11 – Exercício II – 1	41
Figura 3.12 – Exercício II – 2	42
Figura 3.13 – Exercício II – 3	42
Figura 3.14 – Classificações dos módulos da disciplina de Matemática	44
Figura 4.1 – Resolução do grupo da Ana e da Vanessa	49
Figura 4.2 – Exercício	50
Figura 4.3 – Exercício	52
Figura 4.4 – Resolução do grupo da Ana e da Vanessa	55
Figura 4.5 – Exercício	56
Figura 4.6 – Animação (vídeo)	58
Figura 4.7 – Resolução do grupo da Andreia e da Bruna	60
Figura A.1 – Página de entrada	82
Figura A.2 – Página da unidade didáctica - Geometria no plano e no espaço	83

Figura A.3 – Página de objectivos do tema	83
Figura A.4 – Página de resultados da evolução do tema	84
Figura A.5 – Página inicial do tema	84
Figura A.6 – Sub-tema Referencial cartesiano	85
Figura A.7 – Exercício do tipo espaços em branco	86
Figura A.8 – Exercício do tipo “exercício por passos”	87
Figura A.9 – Exercício do tipo “exercício por passos” resolvido e avaliação	87

Índice de Quadros

	pág.
Quadro A.1 - Recursos	88
Quadro A.2 - Botões para aceder a informações	88
Quadro A.3 - Informação adicional com painéis móveis	89

Capítulo I

Introdução

Este primeiro capítulo apresenta as razões que motivaram este estudo, nomeadamente o problema, os objectivos e as questões que se pretende responder. Refere, também, o enquadramento curricular e a importância do uso das tecnologias e da exploração de programas computacionais no processo de aprendizagem dos alunos.

1.1. Motivação do Estudo

A aprendizagem da geometria constitui um aspecto bastante importante na formação matemática do aluno, pelo que a geometria tem vindo a ganhar importância dentro da Matemática, quer no seu ensino, quer pelo papel que desempenha ao relacionar-se com outras áreas do saber. A geometria está presente em todos os currículos dos vários níveis de ensino, tendo um peso considerável em relação a todo o programa da disciplina de Matemática.

Tenho utilizado no estudo da geometria, com os meus alunos, materiais educativos usando o computador, mas de uma forma pontual. Essas aulas são sempre consideradas, pelos alunos, muito interessantes, e em número insuficiente. Percebi então, que deveria procurar utilizar, nas minhas aulas, mais *softwares* educativos de geometria, interactivos e dinâmicos, de modo a estimular a participação dos alunos nos seus processos de aprendizagem e a possibilitar que eles desenvolvam uma visão diferente da geometria. Assim, levar os alunos a contactarem com programas de geometria em ambientes dinâmicos, é dar-lhes a possibilidade de passarem por uma experiência de aprendizagem matematicamente significativa.

Deste modo, senti interesse enquanto professor em desenvolver uma investigação no domínio da geometria, com a utilização de ambientes interactivos no computador, e que pudesse, por um lado, contribuir para o meu desenvolvimento pessoal e profissional e, por outro lado, suscitar reflexões e interrogações, por parte de outros investigadores e professores.

Tendo em conta as finalidades do programa de Matemática dos Cursos Profissionais de nível Secundário especialmente a que se refere a "desenvolver a capacidade de usar a Matemática como instrumento de interpretação e intervenção no real" (Ministério da Educação, 2004/05, p. 2) e no ponto das orientações metodológicas, é referido que o uso de tecnologias é fundamental para a criação e o desenvolvimento de competências e podendo ler-se que permitem: "obter rapidamente uma representação do problema, de um conceito, a fim de lhe dar sentido e favorecer a sua apropriação pelo estudante (...) e explorar situações fazendo aparecer de forma dinâmica diferentes configurações." (Ministério da Educação, 2004/05, p. 6). O programa refere, ainda, que "o computador, pelas suas potencialidades, nomeadamente nos domínios da geometria dinâmica e da representação gráfica de funções e da simulação, permite actividades não só de exploração e pesquisa como de recuperação e desenvolvimento, (...) devendo a sua utilização considerar-se obrigatória" (Ministério da Educação, 2004/05, p. 7).

No módulo de Geometria é também referido que "a exploração de programas computacionais pode ajudar eficazmente o estudante a desenvolver a percepção dos objectos do plano e do espaço e a fazer conjecturas acerca de relações ou acerca de propriedades de objectos geométricos" (Ministério da Educação, 2004/05, p. 15). Neste módulo surge o tema: O método das coordenadas para estudar geometria no plano.

O módulo da Geometria é opcional e foi escolhido por se considerar adequado à natureza e à planificação do curso. No programa, sugere-se, por um lado, que aos alunos devem ser propostas actividades que os levem a sentir necessidade e vantagem do uso de um referencial no plano. Por outro lado, os alunos devem descobrir as relações entre as coordenadas de pontos simétricos relativamente ao eixo das abcissas, ao eixo das ordenadas e à bissetriz dos quadrantes ímpares, conhecer a equação reduzida da recta e explorar as conexões da Geometria com outras áreas da Matemática. Salienta-se a importância de desenvolver "a aptidão para reconhecer e analisar propriedades de

figuras geométricas, nomeadamente recorrendo a materiais manipuláveis e à tecnologia” (Ministério da Educação, 2004/05, p. 14).

1.2. Problema, objectivos e questões de investigação

Presentemente, a educação matemática dispõe de novas ferramentas, designadamente o computador e diverso *software* específico para o ensino e a aprendizagem da matemática. Parece que o ensino e aprendizagem da matemática e, em particular, o da geometria podem e devem tirar partido destas ferramentas computacionais. Este estudo tem como foco principal analisar a forma como os materiais educativos em ambientes interactivos e dinâmicos, presentes no CD-ROM da Escola Virtual, desenvolvem a competência dos alunos, do 11.º ano de escolaridade, na aprendizagem da geometria e em particular, do método cartesiano no plano. Como tal, pretende-se responder às seguintes questões:

1. Qual o papel do CD-ROM da Escola Virtual no estudo do tema método cartesiano do plano?
2. Qual a qualidade das aprendizagens de geometria quando usam o CD-ROM da Escola Virtual?
3. Quais as concepções dos alunos sobre a geometria, antes e depois de usarem esta ferramenta computacional?

Verifica-se que o programa actual de Matemática, dos Cursos Profissionais de nível secundário, considera como sendo fundamental o uso de tecnologias e a exploração de programas computacionais pelos alunos, devendo a utilização do computador considerar-se obrigatória.

Sabe-se que quando se recorre fundamentalmente à memorização, o aluno apenas reproduz mecanicamente um determinado processo. A aprendizagem significativa de um conteúdo qualquer implica inevitavelmente a compreensão de todo o processo. Para Vygotsky, a apropriação do conhecimento verifica-se quando o aluno interioriza determinado conceito e é capaz de utilizar esse conceito independentemente (Moll, 1996).

Constata-se que os alunos, frequentemente, apresentam dificuldades em utilizar o referencial cartesiano no plano, em interpretar simetrias no plano, em escrever a equação das rectas bissectrizes dos quadrantes, em definir condições no plano e em determinar a negação, conjunção e disjunção de condições no plano.

Conforme o programa de Matemática, o computador, pelas suas potencialidades, designadamente nos domínios da Geometria e de simulação, permite actividades não só de exploração e pesquisa como de recuperação e desenvolvimento. O recurso à tecnologia pode auxiliar os alunos na compreensão de conceitos matemáticos e prepará-los para usar a Matemática num mundo cada vez mais tecnológico. Piteira (2000) ao investigar a actividade matemática desenvolvida pelos alunos, quando esta é mediada por ambientes de Geometria Dinâmica, destaca como fundamental o papel facilitador que esses ambientes têm na construção de significados geométricos, devendo ser suportados por tarefas adequadas que os estimulem a participar activamente na sua aprendizagem.

Investigações recentes veiculam a ideia de que a aprendizagem é um conjunto complexo de processos fortemente influenciados pelos contextos socio-culturais onde tem lugar. Aprender é construir significados a partir das relações entre mente, ambiente socio-cultural e actividade, conceitos associados à Teoria da Actividade. Salienta-se o papel fundamental da reflexão na aprendizagem. A realização de uma actividade só por si, num certo contexto, não é sinónimo de aprendizagem. “O que os alunos aprendem resulta de dois factores principais: a actividade que realizam e a reflexão que sobre ela efectuam” (Ponte, 2005).

Capítulo II

Revisão de literatura

O presente capítulo apresenta uma reflexão sobre a teoria da Actividade e as Tecnologias de Informação e Comunicação na aprendizagem da Matemática. Em seguida, debruça-se sobre o papel da interacção entre pares na construção do conhecimento e sobre a teoria da reificação e a teoria da dualidade processo-conceito (*procept*), na construção dos conceitos matemáticos.

2.1. Teoria da Actividade

A aprendizagem centrada no indivíduo, numa perspectiva piagetiana, na qual o contexto socio-cultural assume apenas um papel secundário, foi posta em causa pela realização de diferentes investigações em diversas culturas.

Alguns psicólogos têm mostrado que a utilização de uma ferramenta (artefacto) permite ao aluno construir representações internas quando a utiliza para realizar uma tarefa. Assim, a ferramenta não existe por si própria, torna-se um instrumento quando o sujeito for capaz de se apropriar dele e o integrar na sua actividade (Vérillon & Rabardel, 1995).

Como os ambientes interactivos e dinâmicos em CD-ROM da Escola Virtual se podem considerar como artefactos mediadores para a aprendizagem da Geometria, julgo que a perspectiva socio-cultural vygotskiana (teoria da Actividade) é adequada para o desenvolvimento desta investigação.

A opção por uma teoria que assenta na utilização de artefactos mediadores, prende-se com o facto de considerar, tendo em conta as inúmeras investigações

realizadas, que estes permitem aprendizagens mais significativas, ajudam os alunos a focar e a dar atenção à tarefa, funcionam como estímulo independente do professor.

Tendo por base o campo teórico da Teoria da Actividade pretende-se compreender e analisar a forma como os alunos desenvolvem a compreensão do método cartesiano do plano, quando a actividade matemática é mediada por ambientes interactivos e dinâmicos.

Mediação é o conceito central da psicologia de Vygotsky. Segundo este autor, a mediação é um processo através do qual alguém percebe algo baseado num elemento intermediário numa relação, que deixa assim de ser directa e passa a ser mediada por esse elemento. Assim, o processo simples de estímulo-resposta de Piaget, é substituído por um processo mais complexo, estímulo-elemento mediador-resposta.

Vygotsky defendia que as crianças constroem o seu conhecimento num contexto social, a aprendizagem está na base do seu desenvolvimento e a linguagem desempenha um papel central no desenvolvimento da mente (Moll, 1996). As funções cognitivas aparecem duas vezes no desenvolvimento cultural da criança: primeiro a nível social (interpsicologicamente) e depois a nível individual (intrapsicologicamente).

Na perspectiva vygotskiana, o que tem de ser aprendido é influenciado pela actividade conjunta do professor e alunos e essa actividade inclui as características da tarefa e a qualidade da interacção. Nesta linha, a aprendizagem desenvolve-se através da actividade mediada por outras pessoas, nomeadamente o professor e os colegas.

A dimensão sócio-cultural operacionaliza-se com o recurso ao trabalho de grupo e à discussão matemática. Se o aluno realiza individualmente uma tarefa, ele apenas tem a sua relação pessoal com a tarefa e com o professor. O trabalho de grupo e em pares favorece a comunicação matemática. Os alunos ganham em partilhar com os colegas e com o professor os seus métodos de resolução ou as justificações dos seus raciocínios. As actividades partilhadas levam os alunos: a clarificar e elaborar o seu pensamento e o uso da linguagem, uma vez que, para comunicar, há que ser claro e explícito; a transformar as ideias em palavras, desenhos, construções, ou em qualquer outra coisa que possa ser compreendida pelo outro; a olhar para os diferentes aspectos de uma ideia ou tarefa e aceitar outros pontos de vista sobre elas.

Segundo Vygotsky, a capacidade de realizar tarefas com independência e competência designa-se por nível de desenvolvimento real e a capacidade para realizar

tarefas com a ajuda de adultos ou de colegas mais capazes designa-se por nível de desenvolvimento potencial. Este autor define zona de desenvolvimento proximal como a distância entre o nível de desenvolvimento real e o nível de desenvolvimento potencial (Ponte e Serrazina, 2000).

Cabe ao professor assumir um papel de moderador, sendo ele responsável não só por implementar um ambiente encorajador e propício à discussão e reflexão, como por fornecer a direcção e a mediação necessárias, num sentido vygotskiano, para que as crianças, por intermédio dos seus próprios esforços, adquiram e desenvolvam os significados dos objectos matemáticos tendo em conta que “o que as crianças podem hoje realizar com assistência, ou em colaboração, poderão amanhã realizar com independência e competência” (Moll, 1996, p. 5).

A discussão serve para definir a estratégia a seguir para a realização de uma tarefa, avaliar uma dada solução, fazer o balanço do trabalho realizado, etc.

Os momentos de discussão, reflexão e análise crítica que se seguem ao desenvolvimento de uma actividade são fundamentais. Tão importante como a actividade desenvolvida é a reflexão que os alunos realizam sobre o que fizeram durante essa actividade. A reflexão e discussão com toda a turma, tendo por base o trabalho prático previamente desenvolvido, permitem a sistematização de conceitos, a formalização e o estabelecimento de conexões matemáticas (Ponte, 2005).

Assim, para além dos ambientes interactivos e dinâmicos em CD-ROM associados à resolução de exercícios e de problemas, os momentos de discussão, em que os alunos apresentam as suas conjecturas e conclusões, assumem um papel fundamental para a negociação de significados matemáticos e construção de novo conhecimento, pelo que a actividade na sala de aula é tanto um meio como um fim. Segundo a teoria socio-cultural, a aprendizagem é mediada pelas diferenças existentes entre os co-participantes na prática social e constitui-se através do processo de internalização de elementos que estiveram anteriormente no social. Desta forma, os significados não estão nas relações entre sujeito e objecto, mas são mediados por argumentações e representações matemáticas e pelas interacções sociais.

Tendo por base a linha de pensamento de Vygotsky, com ênfase na construção social do conhecimento e na mediação semiótica por meio de artefactos culturais, pretende-se saber se o uso do CD-ROM da Escola Virtual facilita a aquisição de novos

conhecimentos, nomeadamente, referencial cartesiano no plano, simetrias no plano, equação de rectas paralelas aos eixos e rectas bissectrizes dos quadrantes, condições no plano e negação, conjunção e disjunção de condições no plano.

Salienta-se alguns princípios centrais à teoria da Actividade (Vygotsky, 1988; Leontiev, 1972; Saxe, 1991), uma vez que poderão ajudar a compreender a forma como se processa a aprendizagem de conceitos matemáticos: o conhecimento é algo produzido e apropriado através da participação dos indivíduos em práticas sociais e culturais; o conhecimento desenvolve-se a partir de um conjunto de conceitos interdependentes; e compreender é construir significados através de acções mediadas por interacções sociais e pelos materiais e artefactos culturais (Porto, 1995). “Mediador significa não algo que está entre a interacção do sujeito e o objecto, mas aquilo que dá poder no processo de transformação dos objectos, que o torna significativo, ‘algo’ com o qual se pensa” (Piteira e Matos, 1999, p. 62).

De acordo com Engeström (1998), na estrutura de uma actividade pode-se identificar os sujeitos, que agem sobre objectos, num processo de transformações até atingirem determinados resultados. Neste sentido, os alunos ao usarem o CD-ROM da Escola Virtual, artefacto mediador que constitui um meio facilitador da actividade, pelas características interactivas que contém, desenvolvem a compreensão e utilização do referencial cartesiano no plano, a interpretação de simetrias, a definição de condições e a determinação da negação, conjunção e disjunção de condições no plano. Com base em Engeström (1998), a actividade método cartesiano do plano pode ser esquematizada da seguinte forma (fig. 2.1.):

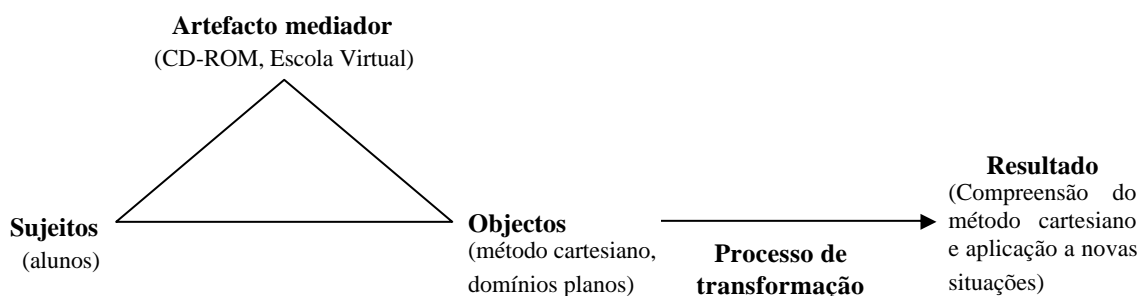


Figura 2.1 – Estrutura de uma actividade

Portanto, através do CD-ROM da Escola Virtual (artefacto mediador), os alunos (sujeitos) seleccionam e actuam sobre um tema ou um sub-tema (objectos), por exemplo método cartesiano e domínios planos. Ao usarem os vários recursos e ferramentas do próprio CD-ROM, textos, imagens, animações, interactividades exercícios, entre outros, fomentam um processo de transformações recíprocas até atingirem a compreensão do método cartesiano, isto é, utilizarem os referenciais no plano e identificarem condições que definem conjuntos dados (resultado).

Com esta perspectiva teórica e abordando o mesmo tipo de problemática salienta-se que as funcionalidades do CD-ROM da Escola Virtual permitem que os alunos vejam rapidamente vários exemplos e estes dão-lhes *feedback* imediato, algo que formas mais tradicionais de ensinar não fazem; as sequências de tarefas permitem que os alunos desenvolvam a compreensão de conceitos e processos matemáticos; e a reflexão e discussão durante toda a actividade permitem que os alunos produzam justificações ou demonstrações cada vez mais elaboradas.

2.2. As Tecnologias de Informação e Comunicação na aprendizagem da Matemática

As Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) fazem parte do nosso quotidiano. Basta pensar, por exemplo, na Internet um meio poderosíssimo de informação, de comunicação, de interacção e de serviços disponíveis, onde a sua não utilização seria hoje de todo impensável, pela dependência a que estamos neste momento sujeitos. A Educação não está, nem pode estar imune a estas mudanças da Sociedade. Deve saber aproveitar as potencialidades das tecnologias.

Verifica-se, actualmente, que as Escolas se apetrecham de alguns equipamentos informáticos e que os alunos adquirem computadores portáteis com maior facilidade. Os professores começam a ter à sua disposição alguns computadores, alguns *softwares* didácticos, projectores de vídeo e, até mesmo, um ou outro quadro interactivo que permitem desenvolver propostas pedagógico-didácticas diferentes das tradicionais. A

classe docente encontra-se cada vez mais esclarecida no uso das TIC, onde se incluem os professores de Matemática.

Há uma crescente consciência da importância do uso das TIC na sala de aula e na construção de um conhecimento reflectido, assente nas actividades a propor e a desenvolver pelos professores, contribuindo para alterar algumas das práticas lectivas, no sentido de criar alternativas ao denominado paradigma do exercício. Segundo Silva (2003), a integração das TIC na escola e na disciplina de Matemática é um dos maiores desafios da educação actual e a capacidade da escola e da Matemática responderem aos desafios é medida pela eficácia com que as TIC são integradas nos currículos escolares.

Têm sido desenvolvidos e implementados no processo ensino-aprendizagem da Matemática novos métodos, com a utilização do computador, para tentar combater o insucesso. Como, presentemente, os computadores se tornaram mais frequentes e até, em situações específicas, imprescindíveis na sala de aula, a Matemática passou a ser mais experimental, visual e geométrica. Os computadores, usados de uma forma adequada e eficaz, podem modificar aquilo que os alunos aprendem, a forma como aprendem e como são ensinados. Ponte (2002) considera que são um meio fundamental de acesso à informação, são um meio de transformação e de produção de informação, constituem um meio de comunicação à distância, uma ferramenta para o trabalho colaborativo e promovem novas formas de interacção social.

As TIC são artefactos mediadores constituindo para o aluno um meio facilitador de aprendizagem de conceitos e propriedades matemáticas. Por um lado, para ser possível usar as TIC, nas actividades realizadas pelos alunos, é necessário que o professor desenvolva tarefas que visem a integração das tecnologias. Por outro lado, é fundamental que a escola ofereça as condições necessárias, salas equipadas com computadores multimédia, para os alunos desenvolverem as actividades, individualmente ou em grupo, e tirarem partido das potencialidades das tecnologias. Cabe ao professor saber gerir as tarefas a propor e os equipamentos a usar nas suas aulas, em função da sua criatividade, do seu empenho, do trabalho colaborativo e das condições da escola.

Miranda (2007) considera que o uso das TIC contribui para um maior interesse dos alunos pela disciplina, por serem recursos tecnológicos inovadores e criativos, e promovem uma transformação dos métodos e estratégias de ensino dos professores,

dando-lhes uma sensação positiva de domínio das tecnologias. Mas, a integração das tecnologias de informação e comunicação na sala de aula é um processo complexo, tendo em conta que provoca alterações substanciais na natureza das actividades matemáticas. Cria novas exigências aos alunos na resolução de problemas, e aos professores na selecção de tarefas favoráveis ao processo de ensino-aprendizagem. A elaboração de uma sequência coerente de tarefas adequadas e diversificadas, que permite aprendizagens significativas, também se mostra relativamente complexa. O trabalho colaborativo entre professores que leccionam o mesmo nível de escolaridade, poderá ajudar a ultrapassar eventuais dificuldades neste domínio.

Para que a tecnologia se torne uma parte essencial das aulas, as ferramentas tecnológicas deverão ser seleccionadas e utilizadas de forma compatível com os objectivos do ensino (NCTM, 2007). Os ambientes de Geometria Dinâmica constituem laboratórios virtuais, nos quais os alunos podem brincar, investigar e aprender matemática (Arcavi e Hadas, 2000).

O recurso aos ambientes dinâmicos e interactivos, para a compreensão do método cartesiano no plano, não é garantia, por si só, de eficácia. No entanto, a utilização destes ambientes associados a tarefas de exploração, investigação e resolução de problemas poderão contribuir para o desenvolvimento da aprendizagem, por permitirem formular novas possibilidades. A construção de significados não depende apenas da interacção social, mas também da relação que o sujeito estabelece com os artefactos usados e com conhecimentos anteriores. O significado matemático é produto de um processo social, situado em actividades/tarefas e dependente dos recursos interactivos à disposição dos sujeitos (Meira, 1996).

As tecnologias ajudam a escola a preparar o aluno “abrindo-lhe” os horizontes para o mundo que o rodeia e é necessário que a sua utilização pedagógica seja o resultado duma análise crítica e científica (Nielsen, 2000). Com a Escola Virtual pretende-se que os alunos desenvolvam um trabalho colaborativo e que sejam encorajados a trabalhar em conjunto no desenvolvimento e construção do conhecimento.

2.3. Trabalho em grupo

Vários autores destacam o papel facilitador que as interações têm no desempenho dos alunos, quer em termos de desenvolvimento cognitivo (Doise e Mugny, 1981; Gilly, 1990; Mugny, 1985), quer em termos de conhecimentos ligados a determinadas unidades temáticas dos currículos escolares (Murphey, 1989; Perret-Clermont e Nicolet, 1988). César (1996) refere que “todo o processo de conhecimento é mediado pelo factor tempo, pelo nível de desenvolvimento sócio-cognitivo do aluno, pelos instrumentos e tarefas (...) e pelas interações sociais que estabelece” (p. 226).

Quando o aluno estabelece uma interação com os seus pares, é obrigado a uma descentração dos seus pontos de vista, a um confronto com outras visões do mesmo problema. Segundo César (1996), este movimento de descentração é um dos principais responsáveis pela evolução que se verifica nos desempenhos dos alunos. Para que as interações provoquem este tipo de reacção por parte dos alunos, é necessário escolher os alunos que vão interagir entre eles, portanto, é fundamental ter critérios, para a constituição das díades, pois a qualidade da argumentação não é semelhante em todas elas. As interações entre pares são um instrumento pedagógico poderoso, contudo a sua aplicação, na sala de aula, implica mudar as regras que regem uma sala de aula, isto é, alterar o contrato didáctico. Quando se promove as interações entre pares na sala de aula, o contrato didáctico deve tornar-se mais flexível, pois os alunos são levados a aprender a fazer conjecturas e a defender as suas ideias. Modifica-se assim a relação professor-aluno-saber, originando novos modelos de interação, e levando a práticas mais inovadoras.

Em estudos realizados, César (1998) constatou que os alunos obtinham melhores resultados em tarefas “não-habituais” (diferentes das tarefas matemáticas tradicionais) e que este tipo de tarefas promovia mais interação entre os pares. César também verificou que as interações entre pares são muito favoráveis tanto para o par mais competente como para o menos competente (díades assimétricas), quer ainda para as díades simétricas.

As interações entre pares revelam-se potenciadoras de bom desempenho e os alunos tendem a ser capazes de utilizar o que aprendem nessas interações em situações futuras de trabalho individual. Assim, a apreensão de conhecimentos torna-se mais

compreensiva e menos mecanizada, o que permite promover o seu desenvolvimento sócio-cognitivo e construir ferramentas conceptuais que os alunos podem aplicar nas tarefas propostas ou em situações problemáticas. Também, a atitude face à Matemática torna-se mais positiva, pois os alunos são mais persistentes nas tarefas que realizam e ganham uma maior capacidade de organização e autonomia (César, 1998).

Um dos grandes desafios que se coloca aos professores é a construção de tarefas estimulantes e “não-habituais” que, permitam a discussão e sejam promotoras de conflitos sócio-cognitivos, mobilizem conhecimentos e competências, e sejam fomentadoras das aprendizagens.

Vários autores têm-se referido às potencialidades do computador no ensino e aprendizagem da Matemática. As perspectivas de Papert (1991) apontam para a importância das actividades investigativas no desenvolvimento do conhecimento matemático dos alunos. Para este investigador o computador é um artefacto muito importante, uma vez que permite explorar conceitos ou situações, descobrir relações ou semelhanças, modelar fenómenos, testar conjecturas, e assim inventar e reinventar a Matemática. Bairral (2005) considera: (i) que os ambientes interactivos são um sistema de aprendizagem constituído por alunos, professor, conteúdos e meios; e (ii) que os processos de funcionamento em um ambiente de aprendizagem se relacionam entre si e se desenvolvem em função dos factores físicos. Para este autor, um ambiente de aprendizagem deve propor tarefas que constituam situações-problema abertas e que devem ser realizadas em múltiplas fases, incluindo a utilização da tecnologia informática. O computador, pelas suas potencialidades a nível de cálculo, visualização, modelação e geração de micromundos, é um instrumento poderoso que proporciona aos alunos numerosas e variadas experiências que estimulam a conjecturar, a explorar, a aprender com os erros e o gosto pela Matemática (Ponte, 1986).

2.4. Aprendizagem

Segundo Sfard (1991), na génese da maioria dos conceitos matemáticos é possível encontrar duas formas de pensamento matemático fundamentalmente diferentes: uma concepção operacional (na qual as noções são concebidas como um produto de certos processos ou são identificadas com os próprios processos) e uma concepção estrutural (na qual as noções são tratadas como um objecto matemático). A partir desta dualidade processo-objecto, Sfard propõe um modelo de desenvolvimento conceptual, que designou por teoria da reificação, segundo o qual, em primeiro lugar, emerge a concepção operacional e esta evolui, por meio da interiorização dos processos, para uma concepção estrutural. Esta evolução é lenta e dá-se em três fases contínuas: interiorização, condensação e reificação.

Na fase de interiorização, os processos são realizados em objectos matemáticos elementares e familiares. Estes processos vão-se tornando cada vez mais acessíveis para o aluno, à medida que ele vai desenvolvendo as suas destrezas, até ser capaz de pensar sobre o que aconteceria sem ter de os efectuar. Para a autora, “o processo foi interiorizado quando puder ser realizado através de representações mentais, e quando para poder ser considerado, analisado e comparado, não precisar de ser efectuado no momento” (Sfard, 1991, p. 18). Por exemplo, no caso das funções, a partir de manipulações algébricas os alunos aprendem a noção de variável e adquirem a “capacidade de usar uma fórmula para encontrar valores da variável dependente” (Sfard, 1991, p. 19).

Na fase de condensação, os processos anteriores são comprimidos (*squeezing*), dando origem a entidades autónomas e facilmente manipuláveis. Nesta fase, o aluno desenvolve a capacidade de pensar sobre um dado processo como um todo, em termos de *input-output*, sem necessidade de atender ao que media estes dois estados. Este “é o ponto em que se dá o nascimento ‘oficial’ de um novo conceito” (Sfard, 1991, p. 19). Nesta fase, considera-se que há evolução quando se verifica que o aluno é capaz de combinar facilmente um processo com outros já conhecidos, estabelecer comparações, generalizar e alternar entre diferentes representações de um conceito. No caso das funções, quanto mais o aluno for capaz de trabalhar com uma função como um todo, mais avançado está no processo de condensação, sendo capaz de “investigar funções,

desenhar os seus gráficos, combinar pares de funções (por exemplo, por composição), até encontrar a função inversa de uma dada função” (Sfard, 1991, p. 19).

A reificação acontece quando o aluno consegue ver a nova entidade matemática como um objecto completo e autónomo com significado próprio. Esta última fase ocorre de uma forma instantânea (não gradual), e pode ser definida “como sendo um mudança ontológica – uma súbita capacidade de ver algo familiar numa perspectiva totalmente nova” (Sfard, 1991, p. 19). No caso das funções, o conceito é reificado pelo aluno quando este consegue compreender as diversas representações que uma função pode assumir (passando facilmente de uma representação a outra), quando é capaz de resolver equações funcionais (onde as ‘incógnitas’ são funções), quando revela “capacidade de falar acerca de propriedades gerais de diferentes processos realizados com funções (tais como composição ou inversão) e pelo derradeiro reconhecimento de que os cálculos algébricos não são uma característica necessária dos conjuntos de pares ordenados que definem funções” (Sfard, 1991, p. 20).

O esquema da figura 2.2. apresenta de uma forma resumida o modelo de desenvolvimento conceptual (teoria da reificação) de Sfard. Como o esquema evidencia, cada um dos patamares não pode ser alcançado sem que o anterior tenha sido ultrapassado. Quando o aluno evolui nas fases de *interiorização*, *condensação* e *reificação*, aprende a ver um objecto matemático como tal e não apenas como um processo, deixando de confundir um objecto matemático com a sua representação. Para Sfard (1991), embora o processo de reificação seja difícil de atingir, uma vez conseguido, facilita a realização matemática e aumenta a manipulabilidade dos entes matemáticos. A reificação é difícil de atingir, por isso deve ser estimulada junto dos alunos com tempo, discussão e reflexão.

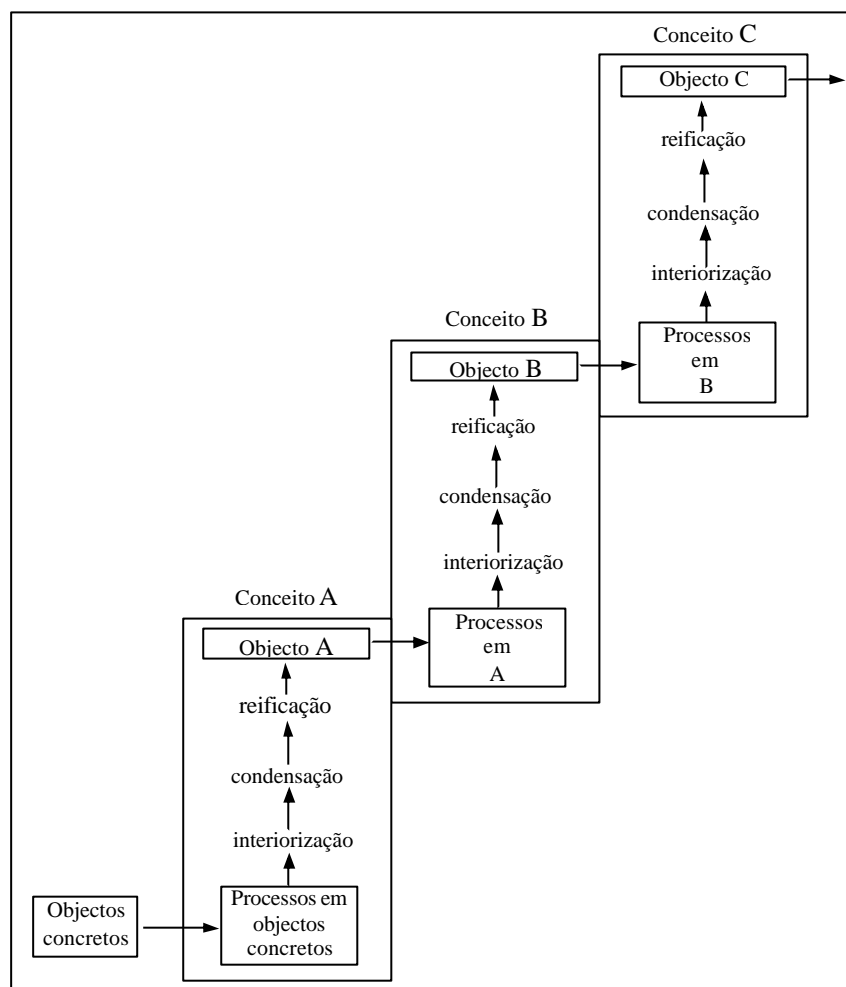


Figura 2.2 – Modelo geral de formação de conceitos (Sfard, 1991, p. 22)

Dois outros autores, Gray e Tall (1994) desenvolveram a teoria da dualidade entre processo e conceito a que chamaram proceito (*procept* = *process* + *concept*). O mesmo símbolo poder ser concebido como representando um processo ou um objecto. São vários os exemplos onde se verifica o uso ambíguo dos símbolos: o símbolo $\frac{3}{4}$ representa o processo da divisão e o conceito de fracção; a notação $f(x) = 2x + 3$ serve para calcular o valor da função para valores específicos de x , evocando o processo e a função como um todo, apresentando assim o objecto.

Gray e Tall (1994) acham que a ambiguidade na interpretação do simbolismo de uma forma flexível está na raiz do pensamento matemático com sucesso e admitem como conjectura que a dualidade na utilização da notação como processo e conceito habilita os mais capazes a tratar os processos matemáticos com base numa relação de

sujeição aos conceitos. Estes autores consideram que a ambiguidade do simbolismo expressa na dualidade flexível entre processo e conceito não é completamente utilizada se a distinção entre ambos se mantiver sempre presente. É essencial que haja uma combinação cognitiva de processo e conceito com a sua própria terminologia. Para tal, os autores recorrem à palavra proceito para se referirem ao conjunto de conceito e processo representados pelo mesmo símbolo. Um proceito elementar será pois uma amálgama de três componentes: um processo que produz um objecto matemático e um símbolo que representa ao mesmo tempo o processo e o objecto.

Para reflectir esta crescente flexibilidade de uma dada noção e a versatilidade dos processos de pensamento, Gray e Tall apresentam aquilo a que chamam uma extensão da definição: O proceito consiste numa colecção de proceitos elementares que têm o mesmo objecto. Pode-se falar, por exemplo, do proceito 6 que inclui o processo de contar 6 e uma colecção de outras representações tais como $3+3$, $4+2$, $2+4$, 2×3 , $8-2$, etc. Todos estes símbolos podem ser considerados para representar o mesmo objecto indicando a forma flexível de como o 6 pode ser decomposto ou recomposto através de processos diferentes

Segundo Gray e Tall (1994) a natureza do proceito depende do crescimento cognitivo da criança. Um proceito elementar é um primeiro estágio num crescimento dinâmico do proceito. Consideram, então, o número como um proceito elementar. Por exemplo o símbolo 3 pode recordar o processo de contar “um, dois, três” e o próprio número. A palavra três ou o seu símbolo pode ser falada, ouvida ou escrita. Estas formas de comunicação em conjunto com as operações da aritmética permitem a partilha do símbolo de tal forma que, mesmo tratando-se de um conceito abstracto, ele desempenha um papel real como um objecto físico.

Note-se que o procedimento é um algoritmo específico para implementar um processo e é usado para exprimir uma sequência específica de passos que conduzem a outro passo, enquanto que o processo é usado num sentido mais geral e inclui qualquer número de procedimentos que têm o mesmo efeito. Por exemplo, segundo Domingos (2003) o procedimento contar para a frente refere-se ao modo como a criança pode realizar a contagem de dois conjuntos e pode ser visto como um procedimento para realizar o processo de adição.

O símbolo 3 enriquece o seu significado através da ligação a aspectos relativos a procedimentos, tais como o de contar e a aspectos conceptuais onde o mesmo objecto é representado por diferentes símbolos como $2+1$ ou $4-1$ que fazem parte do conceito 3. Estas diferentes formas de combinar e dar riqueza à estrutura conceptual do símbolo 3, que vem da combinação dos pensamentos conceptual e processual, é designada por Gray e Tall (1994) como sendo o pensamento proceptual (*proceptual thinking*).

Estes autores observaram alunos, com idades compreendidas entre os 7 e os 12 anos, a trabalhar em aritmética elementar e verificaram que os mais capazes usavam o pensamento proceptual e os menos capazes usavam um pensamento mais processual. O pensamento processual é caracterizado por se focar no procedimento e na ajuda física ou quase física que o suporta e o pensamento proceptual é caracterizado pela habilidade de comprimir fases na manipulação dos símbolos de modo a que estes sejam vistos como objectos que podem ser decompostos e recompostos de forma flexível.

O capsular proceptual, que corresponde à transformação de um processo num conceito, ocorre em várias fases criando uma complexa hierarquia de relações. Por exemplo na aritmética elementar podemos considerar que a contagem repetida torna-se adição, a adição repetida torna-se multiplicação, etc.. Gray e Tall (1991, 1994) representam este processo pela figura 2.3. e consideram que os alunos menos capazes que se fixam nos processos apenas podem resolver problemas no nível superior pela coordenação sequencial dos processos, o que se torna uma tarefa bastante difícil para eles. Os mais capazes têm a tarefa mais simplificada.

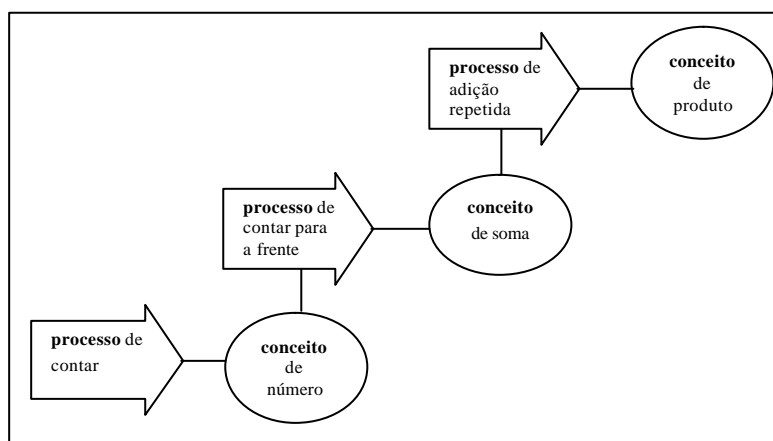


Figura 2.3 Capsular de ordem superior (Gray e Tall, 1994, p. 136).

Os símbolos para soma e produto representam números de novo e, assim contar, somar e multiplicar operam sobre o mesmo proceito, que pode ser decomposto em processos. Uma visão proceptual que confunde o processo e o conceito através do uso da mesma notação pode desfazer a hierarquia para um nível único em que as operações aritméticas (processos) actuam sobre os números (proceitos) (fig. 2.4).

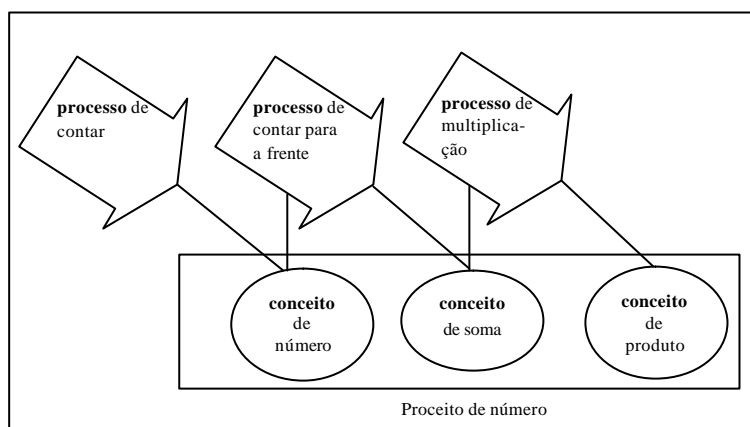


Figura 2.4 Colapso da hierarquia nas operações com números (Gray e Tall, 1994, p. 136).

Esta é a forma como os mais capazes desenvolvem uma compreensão relacional flexível em matemática, pois os menos capazes são confrontados com uma progressão hierárquica que é mais difícil de realizar.

Capítulo III

Metodologia de investigação

Este capítulo descreve a metodologia de investigação adoptada neste estudo, que se insere no paradigma interpretativo e numa abordagem qualitativa. É feita uma descrição da proposta pedagógica, que se centra na realização do tópico “Método cartesiano do plano”, e uma caracterização da ferramenta interactiva usada pelos alunos. Foca-se ainda os participantes que foram seleccionados para esta investigação e as suas características, e, por último, as técnicas de recolha dos dados.

3.1. Investigação qualitativa

Vários autores (Reichardt e Cook, 1979; Patton, 1980) defendem que as características do objecto de estudo estabelecem a escolha do paradigma de investigação, e por isso consideram que é importante que haja uma forte concordância entre o paradigma e o problema do estudo.

O paradigma interpretativo dá valor aos comportamentos observáveis, embora relacionados com significados criados e modificáveis pelo espírito dos actores, ou seja, com as interpretações que os actores realizam e com os significados que elaboram. Este paradigma tem uma perspectiva relativista da realidade, isto é, o mundo real vivido é visto como uma construção de actores sociais que, em cada momento e espaço, constroem o significado social dos acontecimentos e fenómenos do presente e reinterpretam o passado. Opondo-se a uma investigação positivista, que reconhece que só o mundo dos factos é cientificamente aceitável, através da explicação e a predição, o paradigma interpretativo valoriza a compreensão e a explicação para desenvolver e

aprofundar o conhecimento de uma dada situação num dado contexto (Lessard-Hébert, Goyette e Boutin, 1994).

A metodologia de investigação adoptada neste estudo insere-se no paradigma interpretativo e numa abordagem qualitativa. Segundo Bogdan e Biklen (1994) a abordagem qualitativa é uma metodologia de investigação que enfatiza a descrição, a indução, a teoria fundamentada e o estudo das percepções pessoais. Para estes autores esta abordagem tende a assumir um forte cunho descritivo e interpretativo. Também Ponte (1994b, p. 9) refere que “uma das perspectivas teóricas fundamentais que inspira a investigação qualitativa é a perspectiva interpretativa...”.

De acordo com Bogdan e Biklen (1994) na investigação qualitativa as questões a serem investigadas são estabelecidas com o intuito de estudar o fenómeno em toda a sua complexidade e no contexto natural, não sendo, portanto, construídas por operacionalização de variáveis. Não são formuladas hipóteses que se pretendam testar mas antes questões que orientam o estudo. Estes autores consideram cinco características da investigação qualitativa: (i) os dados são recolhidos no ambiente natural e o investigador é o principal instrumento na sua recolha; (ii) os dados recolhidos são de natureza descritiva; (iii) os processos são mais importantes que os resultados ou produtos; (iv) a análise dos dados é feita de forma indutiva; e (v) o significado que os participantes dão às situações tem importância crucial. Contudo, salvaguardam que nem todas as investigações qualitativas têm que possuir todas as características e com igual expressividade.

Estas características mostram-se adequadas aos objectivos do presente estudo pelo que se estabelece as relações entre este estudo e cada uma destas características:

1. A fonte directa dos dados foi uma turma em contexto escolar, constituindo o investigador o instrumento principal. Com efeito, os dados recolhidos em ambiente natural são importantes para este estudo uma vez que é perante a actividade de investigação que o aluno desenvolve um mecanismo de interacção crítica consigo próprio, com os seus colegas e com o professor, que o leva a construir ou reconstruir o seu percurso de aprendizagem. O investigador foi o principal instrumento de recolha de dados sobre o objecto de estudo, e analisa a forma como os materiais educativos em ambientes interactivos e dinâmicos desenvolvem a competência dos alunos. Apesar de também se recorrer a instrumentos de áudio e vídeo não é dispensável o ambiente

natural como fonte de dados, pois a recolha directa de informação em aula contribuiu para que as acções fossem melhor compreendidas quando confrontadas com as visões e perspectivas dos seus actores.

2. Os dados recolhidos neste estudo dizem respeito aos processos de aprendizagem dos alunos, observados em situações diferentes. Para a compreensão do significado dos dados obtidos, estes foram recolhidos na forma de palavras e não de números dando origem a uma investigação com resultados escritos, contendo citações com base nos dados para ilustrar a construção de uma visão sobre a problemática investigada. Deste modo emergiu uma apresentação dos resultados com pormenores descritivos.

3. Os investigadores qualitativos interessam-se mais pelo processo do que simplesmente pelos resultados ou produtos. Neste estudo foi mais importante conhecer o tipo de processos que o aluno desenvolve nas tarefas matemáticas, os recursos que o aluno utiliza no processo de aprendizagem e como os usa, a reflexão sobre o processo desenvolvido, do que conhecer os erros, os obstáculos surgidos e os resultados finais de aprendizagem dos alunos. Privilegia-se desta forma o processo em detrimento dos produtos ou resultados.

4. Os investigadores qualitativos tendem a analisar os seus dados de forma indutiva. Não se recolheu dados com o objectivo de confirmar hipóteses construídas previamente, mas são construídas abstracções à medida que os dados, que foram recolhidos, se vão agrupando. Assim, nesta investigação não se pretendeu estudar uma hipótese previamente estabelecida, mas sim o processo de construção de novo conhecimento e analisar a forma como a ferramenta educativa interactiva desenvolve a competência dos alunos.

5. O significado é de importância vital na abordagem qualitativa. Foi dada especial importância ao ponto de vista dos participantes, pois o investigador procurou que os dados recolhidos dessem conta do que cada aluno dizia e fazia, fornecendo os dados que permitem ilustrar e substanciar a apresentação dos resultados.

Numa investigação de carácter qualitativo é importante obter informações de diversas fontes, pois permitirá uma melhor caracterização e obter uma eventual resposta ao problema e às questões do estudo. Os métodos de recolha de dados nesta investigação foram a entrevista, a observação, registo áudio e vídeo das actividades

desenvolvidas na utilização do CD-ROM da Escola Virtual, a análise documental (tarefa) e os questionários. No entanto, pela problemática em estudo, a entrevista e o registo áudio e vídeo das actividades desenvolvidas foram os instrumentos principais no processo de recolha de dados, e os outros complementares em relação a estes.

3.2. Instrumentos de recolha de dados

3.2.1. Entrevista

A entrevista é uma das estratégias de recolha de dados e constitui uma das formas privilegiadas de aceder às perspectivas das pessoas e de compreender como pensam os alunos. Tem sido usada no contexto de diversas metodologias de investigação, como estudos de caso, biografias, narrativas, etnografia, abordagens fenomenológicas, método clínico, em abordagens qualitativas e mistas.

Em investigação qualitativa, a entrevista pode ser utilizada como estratégia dominante para a recolha de dados ou pode ser utilizada em conjunto com a observação participante, análise de documentos e outras técnicas. Então, a entrevista pode ter: (i) uma função preparatória relativamente a uma outra técnica como a observação sistemática, permitindo, por exemplo, formular categorias de observação; ou (ii) uma função técnica essencial, em que a técnica de observação participante vai permitir a inserção no meio e que fornecerá os dados a confrontar para originar questões a esclarecer no decurso da entrevista (Lessard-Hébert, Goyette e Boutin, 1994).

A entrevista é uma fonte de informação acerca de aspectos não observáveis, que permite obter um conhecimento mais profundo de uma dada situação. O maior ou menor sucesso das entrevistas depende da sua preparação, da qualidade do entrevistador e do carácter do entrevistado. As entrevistas qualitativas podem variar quanto aos graus de estruturação e considera-se como situações extremas as entrevistas estruturada e a não estruturada.

Bell (2008) situa os diferentes tipos de entrevista no “um *continuum* de formalidade”, em que num extremo encontra-se a entrevista completamente formalizada e no outro extremo está a entrevista completamente informal. O problema em estudo e o

objectivo da entrevista definem o tipo de entrevista. A maioria das entrevistas realizadas na etapa de recolha de dados da pesquisa situa-se entre o ponto completamente estruturado e o ponto completamente não estruturado do *continuum* de formalidade.

Uma entrevista estruturada pode adoptar a forma de um questionário ou de uma lista que sejam completados pelo entrevistador. O problema deste formato é ser o entrevistador a decidir quais as perguntas a fazer. A entrevista não estruturada pode fornecer dados valiosos, mas o controlo destas entrevistas requer experiência e a sua análise exige muito tempo. Pode-se utilizar uma entrevista mais livre e exploratória, no início do projecto e pode ser necessário recorrer a uma entrevista mais estruturada quando se pretende obter dados sobre aspectos mais particulares (Bogdan e Biklen, 1994).

3.2.2. Questionários

O questionário é um modo de inquérito, na forma escrita, que pode fornecer dados que a observação das aulas e a entrevista aos alunos não permite obter. “É uma metodologia indicada para a recolha de dados, quando se pretende ter como informantes um elevado número de alunos da turma e as condicionantes de tempo inviabilizam o recurso à entrevista” (Varandas, 2000, p. 72).

Na elaboração de qualquer questionário e antes da sua aplicação, há um conjunto de questões que se deve ter em conta: Que informação queremos obter? Porquê? Quando? Como? Onde? Para quê? E, fundamentalmente, de quem? As questões que dão corpo ao questionário podem ser abertas (conteúdo e forma livres das respostas), fechadas (opções reduzidas de respostas). As respostas a questões abertas são mais difíceis no tratamento, uma vez que são de cunho mais pessoal. Por outro lado, as questões fechadas permitem reduzidas opções de resposta, permitindo uma análise mais fácil das respostas dadas, sendo muitas vezes possível levar a um tratamento quantitativo, situação que na perspectiva de diversos autores é perfeitamente compatível com uma metodologia de estudo qualitativo e interpretativo (Bogdan & Biklen, 1994).

3.2.3. Documentos produzidos pelos alunos

Yin (2005) refere a importância de recolher informação a partir da análise de documentos, que possam estar disponíveis. A análise documental é uma técnica que tem, frequentemente, uma função de complementar a recolha de dados na investigação qualitativa e é utilizada para “triangular” os dados obtidos através de outras técnicas (Lessard-Hébert, Goyette e Boutin, 1994). Os dados produzidos pelos alunos são utilizados, usualmente, como parte dos estudos “em que a tónica principal é a observação participante ou a entrevista” (Bogdan e Biklen, 1994, p. 176).

Nesta investigação, para além dos questionários e da tarefa, tipos de dados escritos pelos alunos, foram ainda analisados os registos relativos ao percurso escolar dos alunos e as habilitações literárias dos pais.

3.2.4. Observação participante

A observação participante é uma técnica de investigação qualitativa adequada ao investigador que quer compreender um meio social que lhe é estranho e que lhe vai permitir integrar-se de uma forma progressiva na actividade das pessoas que nele vivem (Lessard-Hébert, Goyette e Boutin, 1994). Para Yin (2005) a observação participante é uma modalidade especial de observação na qual o investigador não é apenas um observador passivo, pois tem a oportunidade de perceber a realidade do ponto de vista de alguém de “dentro” do estudo, e não de um de um ponto de vista externo. Na observação participante, é o próprio investigador o instrumento principal de observação. Para algumas pesquisas, pode não haver outro modo de recolha de evidências a não ser através da observação participante

A inserção do investigador num meio de observação exige algumas precauções. Yin (2005) refere que, os maiores problemas relacionados com a observação participante têm a ver com os possíveis enviesamentos produzidos. Para este autor o observador participante pode: não ter tempo suficiente para fazer anotações; tornar-se um apoiante do grupo em estudo; ser difícil participar se os elementos do grupo, em

estudado, estão fisicamente dispersos; ter de assumir posições contrárias aos interesses das boas práticas, porque o investigador tem menos habilidade para trabalhar como observador externo. Bogdan e Biklen (1994) mencionam que é necessário calcular a quantidade correcta de participação e o modo como se deve participar, tendo em conta o estudo que se pretende realizar. Assim, quando se parte para um estudo de observação participante é necessário encontrar um equilíbrio entre a participação e a observação.

A observação participante permite recolher dois tipos de dados. Os dados registados nas notas de trabalho de campo, que correspondem a uma descrição narrativa dos diversos elementos concretos da situação e os dados de natureza subjectiva que o investigador anota posteriormente no seu diário de bordo, como as suas reflexões pessoais e a sua vivência da situação.

3.3. Procedimentos do estudo

3.3.1. Proposta Pedagógica

Esta investigação centrou-se na realização da sub-unidade “Método cartesiano do plano”, que consta da unidade de ensino “Geometria no plano e no espaço I”, com recurso ao CD-ROM da Escola Virtual. A sub-unidade de ensino compreendeu um conjunto de experiências de aprendizagem diversas e foi, pela primeira vez, estudada pelos alunos. O processo de aprendizagem dos conceitos matemáticos foi feito com base na consulta e exploração das potencialidades da sub-unidade, do CD-ROM, com a ajuda do professor e, também, através da partilha de aprendizagens entre os alunos de cada par e entre os pares de alunos que estão a trabalhar em cada um dos computadores. Neste estudo o computador teve um papel importante na realização das tarefas propostas, visto que toda a actividade se desenrolou, exclusivamente, usando o *software* Escola Virtual, da Porto Editora.

Durante a exposição dos conteúdos, que decorreu em três aulas consecutivas (de 90 minutos cada), os alunos, a pares, utilizaram o CD-ROM da Escola Virtual. Resolveram exercícios, na forma de fichas auto-correctivas, com questões do tipo

escolha múltipla, verdadeiro-falso, preenchimento de espaços em branco e correspondências. Sempre que o par de alunos tinha dúvidas, na resolução dos exercícios, voltava atrás e consultava as animações, vídeos ou locuções do *software*, relativas a matéria em estudo ou solicitava esclarecimentos ao professor. No final de cada aula foi feita a apresentação e discussão das conclusões dos resultados obtidos por cada grupo. No final da sub-unidade de ensino os alunos, a pares, resolveram uma tarefa (Anexo 3), apresentada em papel e fora do trabalho desenvolvido com o CD-ROM, com o objectivo de diversificar o processo de aprendizagem, uma vez que cada tipo de tarefa contribui para o melhor desempenho do aluno e, para o desenvolvimento do seu raciocínio.

3.3.2. Caracterização do conteúdo “Método cartesiano do plano”, na ferramenta CD-ROM da Escola Virtual, usada pelos alunos





Para aceder ao tema “Método cartesiano do plano” o aluno deve seleccionar a unidade didáctica “Geometria no plano e no espaço”. Depois, quando o aluno selecciona o botão  surge no ecrã o sub-tema Introdução (fig. 3.1). Aqui encontra locução associada a animação sendo esta opcional, isto é, o aluno pode activá-la apenas se tiver interessado. A locução é perfeitamente audível e quando está associada à animação gráfica parece vantajosa porque se ouve a explicação do que se está a ver, designadamente, na introdução de conceitos e sub-temas e na apresentação de gráficos. Nesta locução é referido o sistema de coordenadas em relação a um ponto origem, que se chama referencial cartesiano, em homenagem a Descartes. Neste sub-tema encontra-se ainda um botão  que, quando seleccionado, dá acesso à biografia de alguns matemáticos, designadamente a de Descartes.



Figura 3.1 – Introdução – Método cartesiano do plano

No sub-tema dois  (fig. 3.2) o aluno encontra uma explicação sobre Referencial Cartesiano - Ortogonal e Monométrico, quando selecciona a locução. Encontra também o referencial cartesiano, quando passa o rato, , por cima dos eixos que divide em 4 partes iguais, e que se chamam quadrantes.

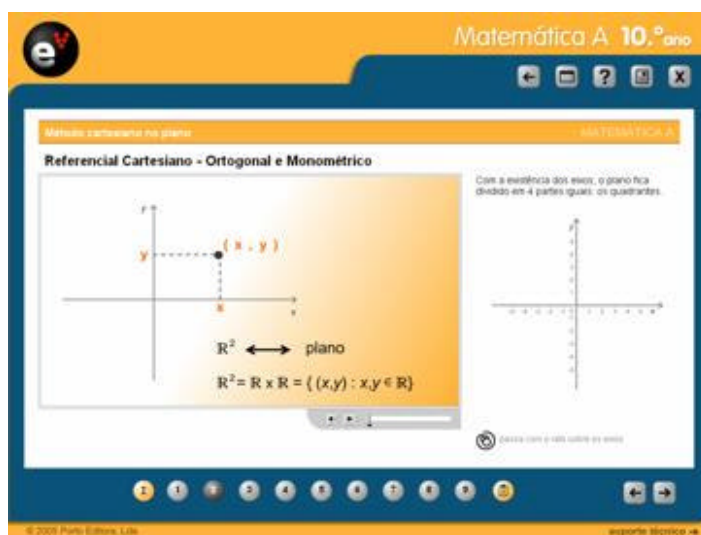



Figura 3.2 – Referencial cartesiano

No sub-tema três  (fig. 3.3) o aluno encontra três locuções sobre simetrias no plano, ou seja, simetria em relação a um dos eixos coordenados e à origem do

referencial e simetrias em relação bissectriz dos quadrantes ímpares e à bissectriz dos quadrantes pares.

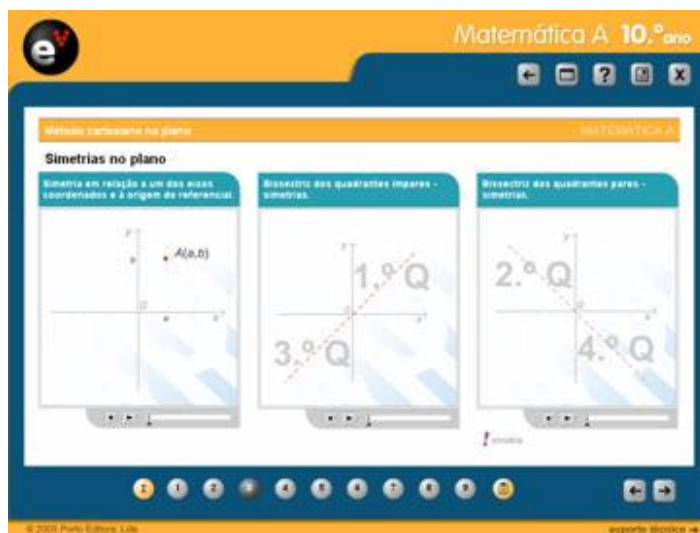



Figura 3.3 – Simetrias no plano

Neste sub-tema encontra-se ainda o botão . Se o aluno o seleccionar surge uma janela (fig. 3.4) com as definições de simetria de um ponto em relação a outro ponto e de simetria de um ponto em relação a uma recta.

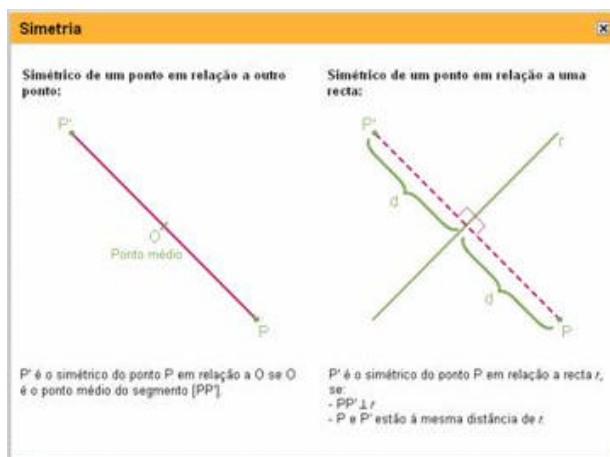



Figura 3.4 – Simetria

No sub-tema quatro  (fig. 3.5) há duas locuções sobre rectas paralelas aos eixos e um exercício de aplicação do tipo “espaços em branco”. O objectivo deste exercício é completar os espaços em branco (vazios) arrastando para lá a resposta correcta a partir de uma lista dada.

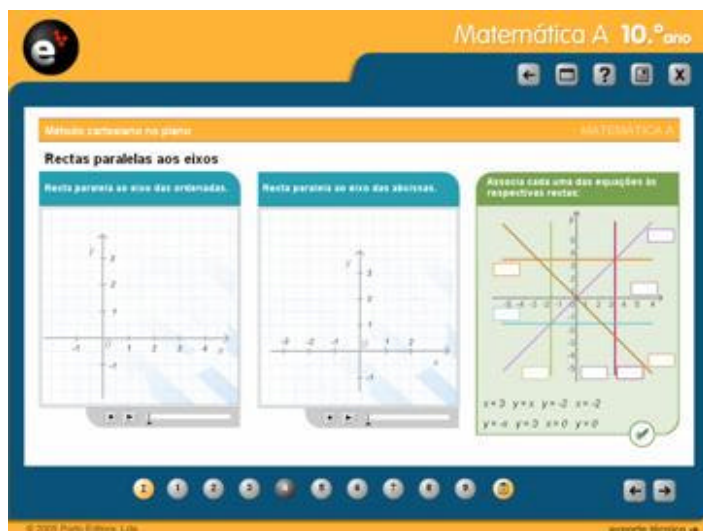


Figura 3.5 – Rectas paralelas aos eixos



Mediante um clique sobre o botão "ver resultado"  o aluno tem acesso a uma janela com informação detalhada acerca do resultado do exercício realizado.



Figura 3.6 – Avaliação

Nessa janela (fig. 3.6) encontra-se os seguintes itens:

- A fazer – indica o número de questões a que terá de responder;
- Correctas – indica o número de respostas dadas correctamente e quais (se clicar sobre o botão correspondente);
- Erradas – indica o número de respostas erradas e quais (se clicar sobre o botão correspondente);
- Soluções – mostra as respostas ao exercício;
- Apagar erradas – permite apagar as respostas erradas;
- Recomeçar – permite recomeçar o exercício apagando todas as respostas.

No sub-tema cinco  (fig. 3.7) existe uma locução sobre semi-planos e um exercício do tipo “espaços em branco”, para associar a cada uma das condições os respectivos conjuntos.

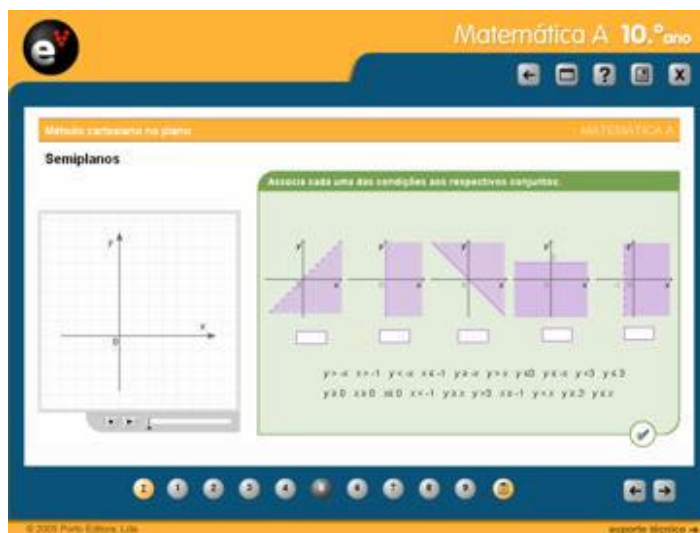


Figura 3.7 – Semi-planos



No sub-tema seis  (fig. 3.8), sobre condições no plano, encontram-se duas locuções, a primeira relativa à negação de condições e a segunda sobre conjunção e disjunção de condições. Por outro lado, há dois botões (recorda e conclusão) que permitem aceder a mais informações.



Figura 3.8 – Condições no plano

O sub-tema sete  (fig. 3.9) aborda as primeiras leis de De Morgan através de uma locução. Há dois botões (biografia e verifica) que permitem aceder a mais informações e encontra-se, ainda, discriminada a definição das leis de De Morgan.

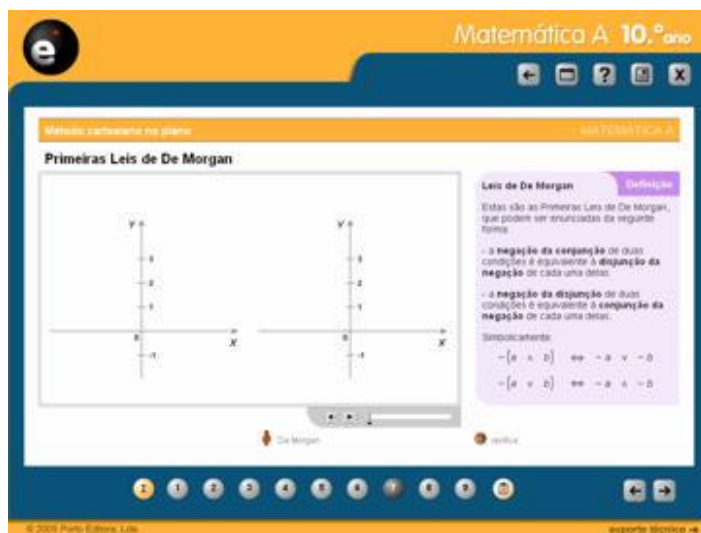





Figura 3.9 – Primeiras Leis de De Morgan

No sub-tema oito  (fig. 3.10) há um exercício do tipo “seleccionar as respostas verdadeiras e/ou falsas”, sobre simetrias no plano. O sub-tema nove  (figs. 3.11, 3.12 e 3.13) contém três exercícios, dois de “escolha múltipla” e um de “preencher os espaços em branco”. À semelhança dos exercícios anteriores o aluno, também, pode verificar resultados, clicando em .

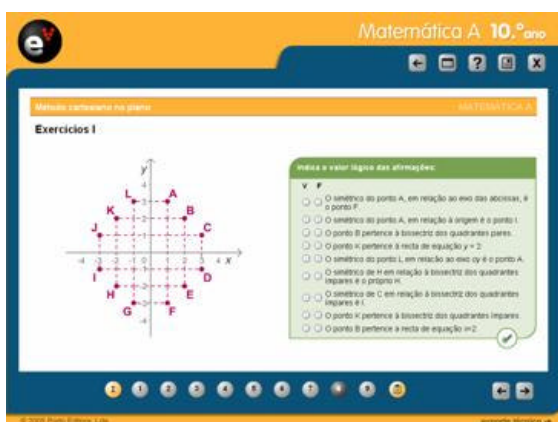


Figura 3.10 – Exercício I

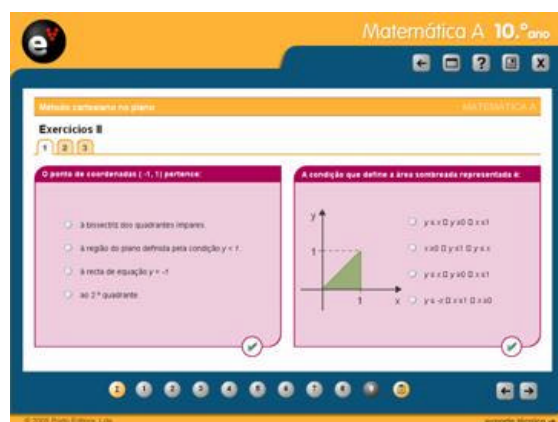


Figura 3.11 – Exercício II - 1

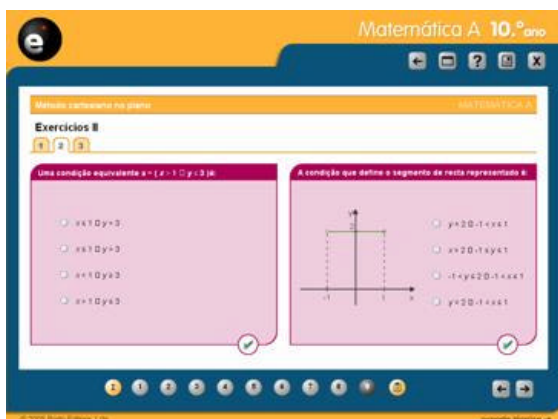


Figura 3.12 – Exercício II - 2



Figura 3.13 – Exercício II - 3

Em suma, durante a exposição do conteúdo o aluno é convidado a realizar diferentes actividades. No final de cada conteúdo o aluno pode resolver exercícios, na forma de fichas auto-correctivas (tipos de questões: escolha múltipla, verdadeiro-falso, preenchimento de espaços em branco e correspondências), que constitui a auto-avaliação do aluno.

3.3.3. Participantes

Esta investigação foi desenvolvida numa turma do 11.º ano do curso profissional de Técnico de Secretariado, de uma Escola Secundária do distrito de Lisboa.

Para analisar a forma como o *software* educativo Escola Virtual desenvolve a competência dos alunos na aprendizagem da geometria e em particular, do método cartesiano no plano, procurei uma turma do ensino secundário. A opção por uma turma de 11.º ano, curso profissional, esteve relacionada com a recente implementação do programa de Matemática, e onde é referido que o recurso à tecnologia desempenha um papel fundamental (Ministério da Educação, 2004/05). Este programa desenvolve-se em módulos. Sendo a carga horária da disciplina de Matemática, do curso profissional Técnico de Secretariado, de 100 horas, o elenco e a sequência modular corresponde a uma combinação de três módulos, a definir aquando do planeamento. No início do ano escolar 2006/07 o Departamento de Matemática da Escola definiu a seguinte sequência

de módulos, a leccionar nos dois primeiros anos do curso (10.º e 11.º anos): Estatística; Estatística Computacional; Geometria. No 3.º ano do curso não há a disciplina de Matemática.

A turma era constituída por 13 alunos, sendo 12 raparigas e 1 rapaz. Relativamente às idades, a média no início do ano lectivo era de 16 anos, embora se distribuíssem da seguinte forma: 15 anos, três raparigas; 16 anos, seis raparigas; 17 anos, três raparigas e um rapaz.

Todos os alunos estavam no 11.º ano pela primeira vez. Mas, alguns tiveram situações de repetição no seu percurso escolar, verificando-se três no 10.º, um no 9.º e outro no 7.º ano de escolaridade.

No início do ano lectivo, os alunos preencheram a ficha informativa, adoptada na escola, que solicitava dados biográficos, dados do Encarregado de Educação e informações sobre composição do agregado familiar, e tinha questões gerais relativamente às disciplinas, às profissões pretendidas, à ocupação de tempos livres e ao percurso escolar. No que diz respeito à Matemática, quando confrontados com a questão opinião/expectativas em relação à disciplina manifestaram cepticismo e contenção, como se pode verificar pelas afirmações: “espero aprender” e “espero ultrapassar as dificuldades”. Relativamente à vida profissional, indicaram como profissões desejadas: secretária, técnica de secretariado, empregada de escritório, técnica de recursos humanos, educadora de infância, advogado. A maioria dos alunos referem que não pensam estudar para além do 12.º ano, e por isso escolheram um curso profissional, e só dois indicam que pretendem prosseguir estudos no ensino superior.

As habilitações dos pais situavam-se entre a quarta classe e o décimo primeiro ano, dois alunos indicaram o sexto ano para ambos os pais e um indicou apenas para a mãe, outros dois alunos indicaram ambos os pais com décimo primeiro ano e cinco indicaram apenas a mães como detentoras desse nível de habilitação e três alunos indicaram o nono ano para o pai. Os restantes situam-se ao nível da quarta classe.

Os alunos têm um aproveitamento razoável na generalidade dos módulos, das várias disciplinas curriculares. Em relação à disciplina de Matemática, e de acordo com a planificação dos conteúdos programáticos aprovada, foram ministrados dois módulos, tendo todos os alunos concluído com sucesso. Note-se que na altura do estudo estava a decorrer o módulo de Geometria que terminaria no final do mês de Junho. Na figura

3.14. apresenta-se as classificações dos alunos relativas aos módulos da disciplina de Matemática.

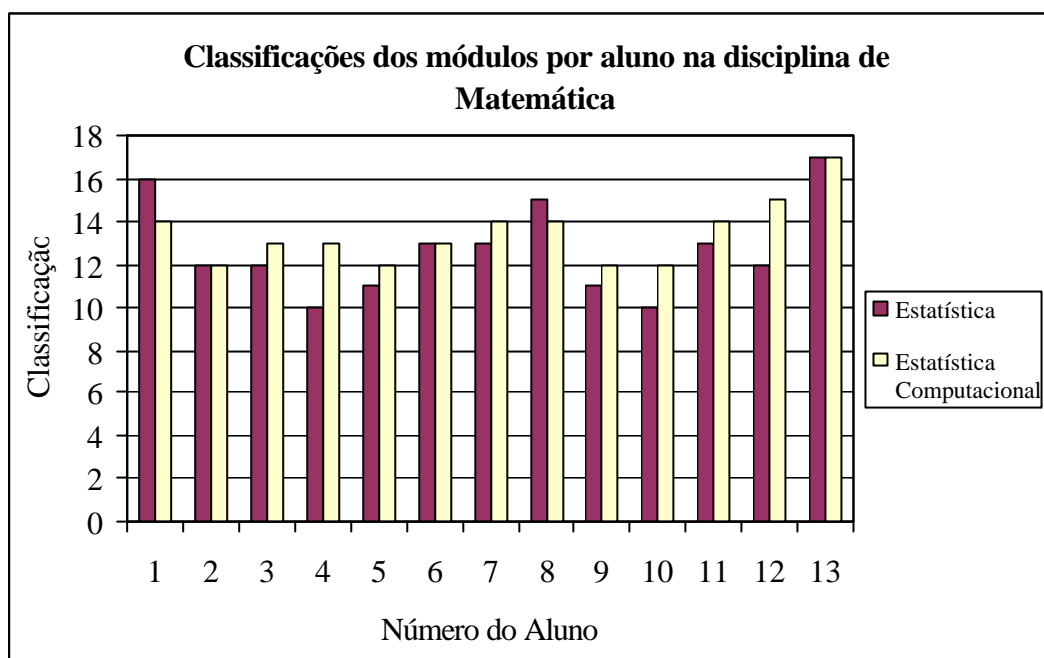


Figura 3.14 – Classificações dos módulos da disciplina de Matemática

Para esta investigação e de modo a facilitar o desenvolvimento do processo de aprendizagem e a utilização da ferramenta computacional formaram-se, na turma, cinco grupos com dois alunos cada e um outro grupo com três. Para a entrevista foram seleccionados dois grupos de alunas, o grupo da Andreia e da Bruna e o grupo da Ana e da Vanessa, sendo estes nomes fictícios.

3.3.4. Recolha de dados

A recolha de dados decorreu ao longo de dois meses (Fevereiro e Março) e em três momentos: antes, durante e após a realização da sub-unidade de ensino “Método cartesiano do plano”.

No momento inicial realizou-se o primeiro questionário (Anexo 1), com o objectivo de recolher dados que permitam conhecer as concepções dos alunos acerca da

geometria, antes do desenvolvimento da experiência de aprendizagem com o *software* da Escola Virtual.

No segundo momento decorreu a experiência de ensino, durante três aulas consecutivas, de 90 minutos cada. O trabalho foi realizado em grupos de dois e cada grupo utilizou um computador multimédia. Nesta fase, a recolha de dados foi feita através da gravação das actividades desenvolvidas na Escola Virtual, com a utilização do *software* Camtasia Studio, da observação e ainda, da realização de uma tarefa (Anexo 3) com quatro questões, em suporte papel e fora do trabalho desenvolvido com o CD-ROM. Esta tarefa tem por objectivo fornecer dados que a observação das aulas e as entrevistas aos alunos não permite obter.

Após a conclusão da sub-unidade de ensino iniciou-se o terceiro momento de recolha de dados, com a realização do segundo questionário (Anexo 2) e de uma entrevista, a dois pares de alunas. Com os questionários, pretendia-se obter informações para responder à terceira questão da investigação. A entrevista, com uma duração de aproximadamente de 30 minutos, teve como objectivo recolher dados que esclarecessem aspectos do raciocínio efectuado pelos alunos que não tivessem sido explicitados na resolução das tarefas (exercícios do CD-ROM da Escola Virtual e tarefa). Salienta-se que a realização de cada entrevista teve por base um guião (Anexo 4) e no seu decurso, foi solicitado, ao par de alunas que explicitasse os processos de resolução de algumas tarefas, do CD-ROM da Escola Virtual. Note-se que estas resoluções foram gravadas na sua totalidade, através do *software* Camtasia Studio, o que permitiu compreender os processos de resolução dos alunos. Com este *software* foi possível efectuar a gravação vídeo dos movimentos do rato, dos alunos, no ecrã do computador aquando da consulta de informação, manuseamento e resolução de exercícios, bem como a gravação áudio dos diálogos entre alunos e entre estes e o professor. Relativamente às entrevistas, estas foram audio-gravadas e, depois, transcritas na íntegra.

3.3.5. Entrevista

A entrevista foi orientada a partir de um guião (Anexo 4) e foi flexível na ordem das questões e no surgimento de novas questões, assumindo um carácter semi-

estruturado. Foi realizada num ambiente natural aos alunos – sala de aula, e foi audio-gravada para posterior transcrição dos elementos mais relevantes e teve uma duração de, aproximadamente, 30 minutos. O clima gerado foi propício ao diálogo e favoreceu a comunicação das alunas durante a entrevista, tendo sido obtidos elementos que permitem compreender melhor os processos e raciocínios efectuados pelas alunas.

Seleccionou-se para esta entrevista dois pares de alunos entre os que evidenciaram alguma compreensão, mas também algumas dificuldades na resolução de problemas (o grupo da Andreia e da Bruna e o grupo da Ana e da Vanessa). Como critérios de selecção teve-se em atenção, os alunos terem facilidade de comunicação, demonstrarem uma atitude positiva face às tarefas e terem aproveitamento escolar diferenciados, em relação à Matemática.

3.3.6. Questionários

Os questionários podem fornecer dados que a observação das aulas, a realização de tarefas e as entrevistas aos alunos não permite obter.

Elaboraram-se dois questionários, um para ser aplicado antes da realização da sub-unidade de ensino e outro para depois. Nestes questionários há questões, com respostas fechadas para objectivar as respostas dos alunos, que utiliza uma escala do tipo Likert com cinco pontos através da qual os alunos indicam a sua concordância ou discordância; e questões com resposta aberta, para se conhecer algumas opiniões e justificações dos alunos.

No primeiro questionário pretendeu-se conhecer quais as concepções que os alunos têm acerca da geometria e da sua importância, obter alguma informação sobre os conceitos que os alunos já estudaram anteriormente e conhecer as formas de trabalho experimentadas neste tema.

O segundo questionário foi respondido pelos alunos no final da sub-unidade, e pretende obter evidências sobre o que os alunos pensam sobre a geometria e a utilização do *software* educativo Escola Virtual.

Capítulo IV

Análise de dados

Neste capítulo procura-se fazer uma análise dos dados tendo em conta as questões da investigação e as categorias de análise construídas *a priori* e/ou *a posteriori*, e também uma análise das concepções dos alunos face à geometria e à utilização do CD-ROM da Escola Virtual.

Recorda-se as questões da investigação:

- (i) Qual o papel do CD-ROM da Escola Virtual no estudo do tema método cartesiano do plano?
- (ii) Qual a qualidade das aprendizagens de geometria quando usam o CD-ROM da Escola Virtual?
- (iii) Quais as concepções dos alunos sobre a geometria, antes e depois de usarem esta ferramenta computacional?

4.1. Análise dos dados e resultados

Os dados deste estudo são provenientes das transcrições das gravações (no *software* Camtasia Studio) dos diálogos relativos aos processos de resolução das tarefas do CD-ROM da Escola Virtual, realizados por dois pares de alunas, da transcrição das entrevistas, da correcção da tarefa, realizada pelos vários grupos, bem como dos questionários, pretendendo-se dar uma perspectiva sobre o desempenho dos alunos.

Durante o processo de sistematização dos dados, foram identificadas etapas que seguem a organização do processo de ensino do CD-ROM: (i) referencial cartesiano e

representação de pontos no plano; (ii) rectas; (iii) simetrias no plano; e (iv) domínios planos. Tendo em conta estas etapas e as questões do estudo procedeu-se à análise dos dados, que assumiu um carácter descritivo e interpretativo, como a seguir se apresenta.

A estrutura em cada tema, do *software* educativo, é sempre a mesma e apresenta uma sequência lógica de sub-temas que integram locuções, vídeos e exercícios interactivos. Durante a utilização do CD-ROM os alunos viram os vídeos e ouviram as locuções e explicações, que o *software* oferece, antes da resolução de cada tarefa proposta. Os que tinham dúvidas consultaram de novo os recursos do *software*, vídeos, locuções e explicações, até ficarem esclarecidos.

Referencial cartesiano e representação de pontos no plano

Quando foi pedido aos alunos para explicarem o que entendem por referencial cartesiano ortogonal e monométrico, verificou-se que eles recorreram ao CD-ROM para responderem às questões, quando já não se recordavam da definição.

Quando se pediu para desenhar um referencial sobre uma figura geométrica e escrever as coordenadas dos pontos correspondentes aos vértices da figura dada, em função desse referencial, a generalidade dos pares de alunos representou um referencial com os vértices da figura no 1.º quadrante e sobre os eixos coordenados. Por exemplo, o grupo da Ana e da Vanessa, apresenta uma solução correcta, pois desenha o referencial cartesiano e considera a sua origem no ponto A (fig. 4.1). Apenas um par considerou o ponto F como sendo a origem do referencial.

2. Desenha um referencial onde seja fácil ler os vértices da figura. Escreve as coordenadas desses pontos (subtema 2).

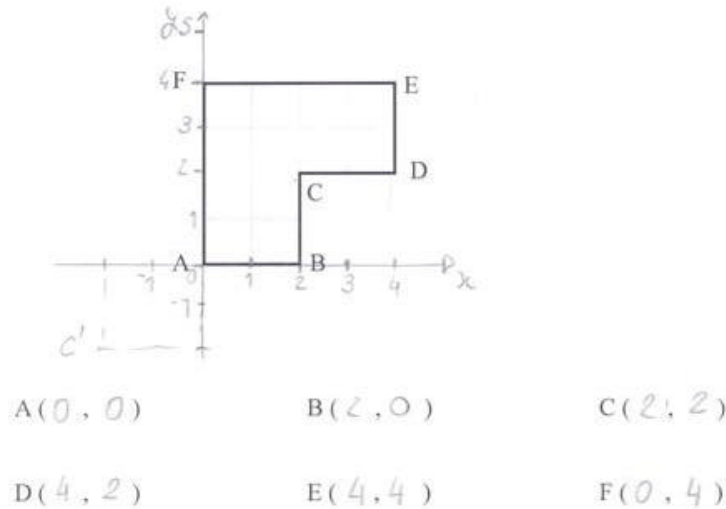


Figura 4.1 - Resolução do grupo da Ana e da Vanessa

A Ana e Vanessa quando questionadas, na entrevista, sobre a razão de terem escolhido para a origem do referencial o ponto A, referiram primeiro que esta escolha ocorreu de uma forma quase espontânea e depois mencionaram que, assim, a maioria dos pontos tinham coordenadas positivas:

Professor: Por que é que escolheram no ponto A?

Vanessa: Porque calhou.

Professor: Podiam escolher noutra sítio?

Vanessa: Sim. E também porque ficavam, a maior parte dos pontos, [com coordenadas] tudo positivo.

Relativamente à identificação das coordenadas de cada vértice da figura geométrica os alunos não evidenciaram dificuldades, respondendo correctamente, incluindo o par que considerou outro ponto para a origem do referencial.

A ferramenta educativa disponibiliza uma actividade exemplificativa, através de uma locução e de um vídeo, o que proporciona um bom desempenho no processo de ensino, devido às suas características visuais e interactivas.

Conclui-se que os alunos não revelaram dificuldades na adopção de um referencial cartesiano para identificar as coordenadas de um polígono e verifica-se que há uma preferência em trabalhar sobre pontos com coordenadas positivas.

Rectas

Na utilização do CD-ROM para o estudo do tópico referente à representação de rectas, por exemplo o exercício do sub-tema 4 (fig. 4.2), os alunos tinham que associar cada uma das equações às respectivas rectas. Inicialmente os grupos não estavam a perceber como é que faziam essa associação, pois tinham dificuldades no manuseamento do *software* educativo, por ser a primeira vez que contactavam com ele, mas, rapidamente, com a ajuda do professor, verificaram que bastava seleccionar e arrastar a condição para o espaço em branco junto a cada recta, como foi o caso do grupo da Andreia e da Bruna:

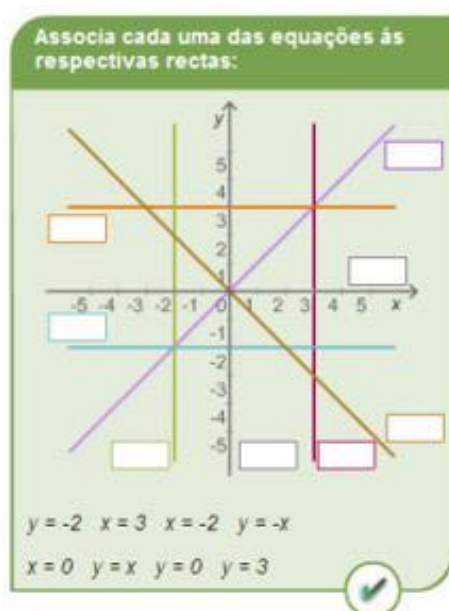


Figura 4.2 - Exercício

Bruna: Ó stor o que é que nós temos que pôr aqui? [espaços em branco do exercício].

Andreia: É isto. [refere-se às condições que se encontram no exercício]

Bruna: Então como é que eu arrasto isto para ali? [arrastar as condições para os espaços em branco]

Professor: É só clicar e arrastar.

Andreia e Bruna: Ah!

Durante a resolução deste exercício, os alunos recorreram com frequência aos exemplos dados pelo *software* (vídeos e locuções), situados antes de cada exercício. À

medida que tentavam responder correctamente partilhavam, entre os elementos do grupo, os sucessos e as dificuldades que surgiam. Quando tinham dúvidas, de um modo geral, consultavam as explicações do CD-ROM e só recorriam à ajuda do professor quando essas dúvidas permaneciam, como sucedeu, por exemplo, com o grupo da Andreia e da Bruna:

Bruna: Esta linha aqui [eixo dos xx] é a que deu aqui [na locução].

Andreia: Não, é o y .

Bruna: É, é. Olha lá aqui. [selecciona a locução relativa à recta paralela ao eixo das abcissas e identifica a recta $y = 0$]

Arrastam a condição $y = 0$ para o espaço em branco junto à recta cinzenta, eixo dos xx .

(...)

Professor: Qual é a característica da bissectriz dos quadrantes ímpares?

Bruna: Então podemos ir lá atrás ver?

Pela observação das gravações verificou-se que as alunas:

[Foram consultar as locuções das bissectrizes dos quadrantes ímpares e pares – no sub-tema 3.

Depois de verem e ouvirem voltaram ao exercício. Seleccionaram a condição $y = x$ para a bissectriz dos quadrantes ímpares e $y = -x$ para a bissectriz dos quadrantes pares.

Seleccionaram “ver resultados” e verificaram que tinham todas as respostas correctas.]

Os dois grupos de alunas (Ana e Vanessa; Andreia e Bruna) conseguiram identificar e associar cada condição à respectiva recta (rectas paralelas aos eixos coordenados e bissectrizes dos quadrantes), revelando um razoável desempenho. Embora as alunas já tivessem ouvido antes as locuções, não conseguiram fazer a tradução entre as duas representações com sucesso à primeira vez, pois sentiram necessidade de recorrer aos exemplos da ferramenta ou à ajuda do professor.

Simetrias no plano

No que se refere às simetrias no plano, os alunos lidam com simetrias de pontos em relação à origem do referencial, ou relativamente a um dos eixos coordenados, ou,

ainda relativamente às bissectrizes dos quadrantes, como por exemplo o exercício do sub-tema 8 (fig. 4.3).

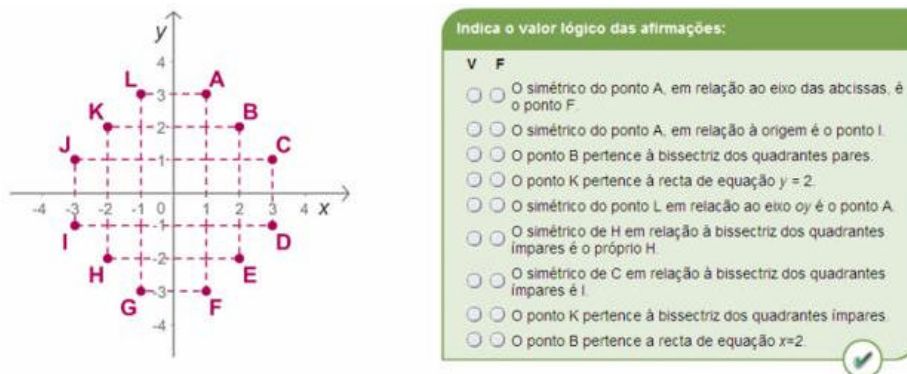


Figura 4.3 - Exercício

O grupo da Ana e da Vanessa revelou um fraco desempenho na resolução deste exercício, errando quatro das nove questões apresentadas. Depois de ouvirem as locuções, as alunas resolveram todo o exercício sem recorrerem de novo às potencialidades do *software*, nomeadamente explicações, locuções e vídeos. Quando tinham dúvidas não respondiam de imediato e passavam ao item seguinte. Quando chegaram ao fim do exercício voltaram aos itens, que ficaram em branco, para responderem. Entre o grupo verificou-se que existiu pouco confronto de ideias, partilha de opiniões e de dúvidas:

Vanessa: [Lê a 1.^a afirmação] O simétrico do ponto *A*, em relação ao eixo das abcissas, é o ponto *F*.

Vanessa: O que é que tu achas?

Ana: É verdadeira.

E assinalam V

(...)

Vanessa: [Lê a 7.^a afirmação] O simétrico de *C* em relação à bissectriz dos quadrantes ímpares é *I*. É verdadeiro.

Ana: Não percebi.

Vanessa: Este [o ponto *C*] é (3, 1) e o outro [ponto *I*] é (-3, -1).

Ana: Acho que é verdadeira.

Assinalam V.

(...)

Vanessa: [Lê a 9.^a afirmação] O ponto *B* pertence à recta de equação $x = 2$.

Assinalam V.

Os obstáculos sentidos pelo grupo parecem resultar de dificuldades na identificação dos quadrantes, como é evidenciado pelo exemplo:

Vanessa: Então esta é a [bissetriz] dos [quadrantes] ímpares e esta, a dos pares [trocou o nome das bissetrizes].

(...)

Professor: Qual é este quadrante, aqui?

Vanessa: Ímpar.

Professor: Que quadrante é este? É o 1.º.

Professor: E este qual é?

Vanessa: É o 4.º.

Professor: Este é o 4.º?

Vanessa: Ai, não! É o 2.º.

A Ana e a Vanessa evidenciaram também dificuldades na identificação dos quadrantes, quando resolviam esta tarefa. Veja-se o exemplo que se segue, em que as alunas não identificam, ou não associam correctamente os quadrantes, pois trocam o nome dos quadrantes pares em ímpares e vice-versa:

Vanessa: [Lê a 3.ª afirmação] O ponto *B* pertence à bissetriz dos quadrantes pares. [O ponto *B* pertence ao 1.º quadrante]

Ana: É verdadeira

Assinalam V. [mas, é *F*]

Vanessa: [Lê a 8ª afirmação] O ponto *K* pertence à bissetriz dos quadrantes ímpares. [*K* pertence ao 2.º quadrante]

E assinalam V [mas, é *F*]

O fraco desempenho, mostrado nas respostas dadas, resulta das dificuldades que as alunas têm na identificação dos quadrantes e, talvez, do facto de não terem recorrido à ajuda do *software* ou à do professor.

O grupo da Andreia e da Bruna, durante a resolução do exercício evidenciou, entre os elementos do grupo, confronto de opiniões e partilha de dificuldades e recorreu sempre que necessário, aos temas abordados no CD-ROM sobre simetrias, para superar as dificuldades e esclarecer as dúvidas que ocorreram e, por sua vez, responder correctamente aos itens:

Bruna: [Lê a 4.ª afirmação] O ponto *K* pertence à recta de equação $y = 2$.

Bruna: $y = 2$?

Seleccionam o sub-tema “Simetrias no plano”.Vêm e ouvem o vídeo da “Bissectriz dos quadrantes ímpares - simetrias”.

(...)

Voltam ao “Exercícios I” e lêem novamente a afirmação.

Andreia: Só se for -2.

Bruna: Não, isso era o H , e aqui é o K .

Bruna: O y é 2, então está certo.

Andreia: Então o -2, olha o K . Ou é 2 ou -2.

Bruna: Mas o x é que é -2. O y é 2. Eu acho que sim, não sei.

Assinalam V

Dos nove itens assinalados pelo par, apenas, errou um. Este grupo, da Andreia e da Bruna, revelou um bom desempenho em lidar com simetrias de pontos em relação à origem do referencial, a um dos eixos coordenados, ou à bissectriz dos quadrantes. Este desempenho evidencia que as alunas reificaram a quase totalidade das propriedades das simetrias no plano tais como em relação a um ponto, em relação a um eixo coordenado e em relação a uma bissectriz dos quadrantes pares ou ímpares. Contudo parece que elas não reificaram ainda o conceito de simetria, uma vez que os objectos matemáticos que entram no processo de formação deste conceito não foram todos compreendidos.

Ao pretender averiguar sobre o desempenho na simetria é solicitado aos alunos a elaboração de um pequeno relatório (fig. 4.4) sobre as relações entre cada simetria e a transformação que se dá nas coordenadas dos pontos. Os alunos revelaram dificuldades na interpretação do problema. O professor explicou à turma o que se pretende com esta questão e referiu que o exemplo, que figura no enunciado, fornece pistas para resolução da mesma. O grupo da Ana e da Vanessa seguiu a sugestão do exemplo, considerando o ponto P e, apesar de algumas incorrecções, escreveu correctamente as coordenadas dos vários pontos simétricos. Este par, não estabeleceu relações entre os pontos nem referiu as transformações que ocorre nas coordenadas dos pontos.

Conclui-se que os alunos são capazes de manipular casos concretos mas têm dificuldades em abstrair, o que mostra que não conseguem ver a nova entidade matemática, simetria no plano, como um objecto completo e autónomo e por isso, parece não ter ainda ocorrido a fase de reificação (Sfard, 1991). Parece que os alunos se situam ainda na fase de interiorização, pois os processos são realizados sobre objectos matemáticos elementares e familiares.

3. Com base no trabalho já desenvolvido (subtemas 3 e 8) estabelece **relações entre cada simetria** estudada e a **transformação que se dá nas coordenadas dos pontos**.

Apresenta um relatório com as tuas conclusões.

[Exemplo: O simétrico do ponto $P(2, 3)$ relativamente ao eixo Ox é o ponto $P'(2, -3)$.

As coordenadas de P e P' têm a mesma abcissa e ordenadas simétricas]

Qualquer ponto, num referencial cartesiano, tem 3 pontos simétricos. Exemplo: Ponto $P(2;3)$ tem como simétrico o ponto $P'(2;-3)$ em relação ao eixo do y ; o ponto $P''(2;3)$ em relação ao ponto do x ; e $P'''(-2;-3)$ em relação à origem do referencial.
Em relação à bissetriz dos quadrantes ímpares o ponto $P(2;3)$ tem como ponto simétrico o ponto $P'(3;2)$.
Em relação à bissetriz dos quadrantes pares o ponto $P(2;3)$ tem como simétrico o ponto $P'(-3;-2)$.

Figura 4.4 - Resolução do grupo da Ana e da Vanessa

O outro grupo, da Andreia e da Bruna identificou as relações mas, apenas, entre a simetria relativamente ao eixo dos xx e ao eixo dos yy .

Alguns alunos conseguiram identificar correctamente pontos simétricos, como foi o caso do grupo da Ana e da Vanessa, outros porém, estabeleceram relações, mas apenas, entre algumas simetrias. Na generalidade os alunos sabem identificar as coordenadas dos pontos simétricos, mas revelam dificuldades na compreensão das relações entre simetrias, pelo que se verificou um fraco desempenho nesta questão.

Todos os grupos evidenciam algumas dificuldades na compreensão e, conseqüentemente na tradução em termos gráficos e representação simbólica matemática das propriedades das simetrias. Estas dificuldades mostram que estes alunos ainda não reificaram algumas das propriedades das simetrias e, conseqüentemente, também não reificaram o conceito de simetria.

Domínios planos

No que se refere aos domínios planos pretende-se que os alunos, associem cada uma das condições aos respectivos conjuntos (fig. 4.5).

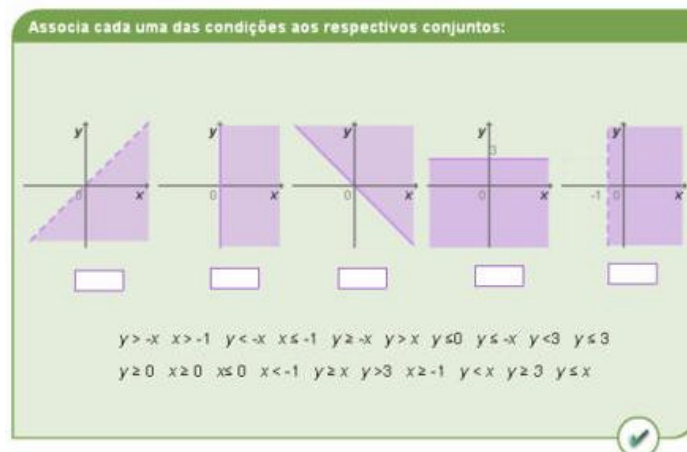


Figura 4.5 - Exercício

Os alunos tiveram um desempenho satisfatório na associação de cada uma das condições aos respectivos domínios planos. Na resolução deste exercício, o grupo da Andreia e da Bruna mostrou dificuldades em distinguir condições que correspondem a semi-planos abertos e semi-planos fechados:

A Andreia e Bruna, por arrastamento, associam a condição $y < 3$ ao 4.º conjunto, em vez da condição $y \leq 3$. Depois associam ao 5.º conjunto a condição $x \geq -1$, quando a condição respectiva é $x > -1$. De seguida a Andreia e Bruna vêem e ouvem de novo a locução dos “Semi-planos” e também as locuções das bissetrizes dos quadrantes ímpares e pares – no sub-tema 3. Por fim, voltam ao exercício da figura 4.5.

Na generalidade os alunos mostraram mais dificuldades com semi-planos definidos pelas bissetrizes dos quadrantes pares e ímpares, uma vez que as expressões algébricas correspondentes são mais complexas, como foi evidenciado pelo grupo da Andreia e da Bruna:

Bruna: Este é $x = y$. [apontou para o conjunto cuja condição é $y \leq x$]

Andreia: Tem tantas hipóteses. Só temos cinco [espaços em branco para as respostas].

Bruna: Não tem aqui nenhuma a dizer $x = y$.

Andreia: *Stor*, a gente não percebe isto.

Bruna: Eu não estou a perceber nada deste.

(...)

Professor: Primeiro têm que ouvir [a locução].

Bruna: Já ouvimos 2 ou 3 vezes.

Estas alunas, apesar de já terem consultado várias vezes os conteúdos, que fornecem pistas para as respostas correctas, não compreendem ainda a relação entre as condições e os domínios planos apresentadas. Nesta situação o professor teve um papel activo, orientando as alunas na consulta dos sub-temas do tópico, para perceberem os conceitos e encontrarem as respostas adequadas:

Bruna: $x = y$.

Professor: Vai ao sub-tema 3 e vê se é $x = y$.

[Consultaram no sub-tema 3 as locuções das bissectrizes dos quadrantes ímpares e pares].

Professor: Já viram?

Bruna: Ah! Já, $y = -x$. Mas este não está aqui.

Professor: Já percebeste?

Bruna: $y = -x$

Professor: Então se é acima é maior ou menor?

Andreia e Bruna: É maior.

Professor: E a fronteira também faz parte ou não?

Bruna: Faz.

Andreia: Então é $y \geq -x$.

As alunas revelaram dificuldades, em distinguir condições com ou sem o sinal de igual e em lidar com semi-planos definidos pelas bissectrizes dos quadrantes, que resultam da fraca compreensão que têm das propriedades dos semi-planos (abertos e fechados). Verificou-se que a ajuda do professor, orientado as alunas na consulta dos conteúdos do *software*, foi fundamental para a identificação correcta das condições aos respectivos domínios planos e para a compreensão do tema.

Parece que alunos têm dificuldade na tradução entre diferentes representações, entre a representação analítica e a representação gráfica de uma condição. Para Gray e Tall (1994) é essencial que haja uma combinação cognitiva de processo e conceito com a sua própria terminologia. Os alunos identificam características da representação gráfica das condições, mas têm dificuldades em traduzi-las na representação analítica, o que mostra que não é completamente utilizada a ambiguidade do simbolismo expressa na dualidade flexível entre processo e conceito.

Relativamente aos conjuntos definidos por negação, conjunção ou disjunção os alunos denotaram dificuldades na compreensão das suas operações. Consultaram a animação (fig. 4.6) que explica de uma forma visual como se processam as operações.



Figura 4.6 – Animação (vídeo)

As dúvidas e dificuldades resultam da reduzida familiarização dos alunos com as operações lógicas, representadas pelos símbolos \wedge e \vee e \sim . Por exemplo, a Vanessa evidencia essas dificuldades, quando solicita o apoio do professor:

Vanessa: O que custou mais a perceber foi este [negação].

Professor: Porquê?

Vanessa: É isto *stor*. O que me confunde toda são os sinais.

(...)

Professor: Isto é a negação. [\sim]. Olha lá aqui para estes dois semi-planos [$y > 2$ e $y \leq 2$]. Um é a negação do outro. O que é isso quer dizer a negação do outro?

Vanessa: Um é aberto e outro é fechado? Então, está a ir um contra o outro. Sei lá, não sei explicar.

Professor: Ana, és capaz explicar.

Ana: Também não sei *stor*.

Professor: Vamos lá ouvir outra vez, mais um bocadinho [a animação da negação].

Essas dificuldades, evidenciadas na resolução de alguns exercícios, estão relacionadas com a simbologia utilizada e o formalismo apresentado. Parece que as alunas não foram além do pensamento processual (Gray e Tall, 1994), pois não foram

capazes de comprimir fases na manipulação dos símbolos de modo que estes sejam vistos como objectos e não apenas como processos.

A Vanessa e a Ana depois de ouvirem, várias vezes, a locução da negação, continuam a não perceber a simbologia utilizada, por exemplo o símbolo do complementar de um conjunto, e o formalismo das expressões e dos conjuntos apresentados:

[Ouvirem parte da locução da negação].

Professor: Vamos lá ver. Vocês não estão a perceber?

Vanessa: Não, eu não estou a perceber.

Professor: Não estás a perceber o quê?

Vanessa: Não percebo esta coisa dos sinais.

[Ouvem mais um pouco a locução da negação].

(...)

Professor: Então qual é a dúvida?

Vanessa: É aqui *stor*, eu não consigo perceber estas expressões.

[Aponta para as seguintes expressões]

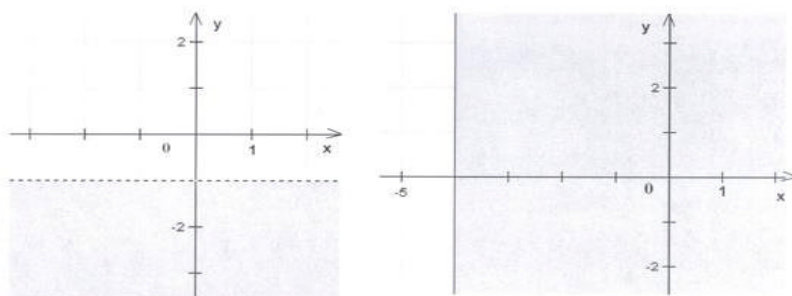
$$\begin{array}{lcl} A = \{(x,y) \in \mathbb{R}^2 : y \leq 2\} & & \bar{A} = \{(x,y) \in \mathbb{R}^2 : y > 2\} \\ \sim (y \leq 2) & \Leftrightarrow & y > 2 \\ \sim (y > 2) & \Leftrightarrow & y \leq 2 \end{array}$$

As explicações dos conteúdos do *software* educativo, através das animações, vídeos, locuções e exemplos, nem sempre foram suficientes para a compreensão e apropriação dos conceitos. Os alunos solicitaram a colaboração do professor, para os ajudar a superar as dificuldades. Algumas dificuldades são relativas à deficiente interpretação do simbolismo e das expressões apresentadas. Esta situação foi notória quando trabalharam com conteúdos menos familiares e que exigem um maior raciocínio, como foi o caso dos conjuntos definidos por negação, conjunções e disjunções e, ainda, as leis de De Morgan.

Para os alunos parece não haver no simbolismo uma combinação cognitiva de processo e conceito com a sua própria terminologia, que segundo (Gray e Tall, 1994) se pode designar por proceito e parece também que usaram apenas o pensamento processual que se caracteriza por se focar no procedimento. Assim, não ocorreu a transformação de um processo num conceito, ou seja, não se deu o capsular proceptual.

A maior parte dos alunos revelou um bom desempenho na resolução desta tarefa, por serem casos mais simples como é, por exemplo, o caso do grupo da Andreia e da Bruna (fig. 4.7).

4. Observa as figuras e representa uma condição que define cada um dos conjuntos de pontos do plano (subtemas 4 e 5).



Resposta:

$y < -1$
semiplano aberto

$x \geq -4$
semiplano fechado

Figura 4.7 - Resolução do grupo da Andreia e da Bruna

Alguns alunos mostraram mais dificuldades, na tradução de condições em conjuntos, quando a fronteira do semi-plano é uma recta oblíqua ou quando envolvem a intersecção ou reunião de semi-planos. Por exemplo:

Andreia: Então é $y \leq x$, não? [a condição que define o 3.º conjunto de pontos do plano é $y \geq -x$]

Bruna: Aqui tem que levar o [sinal de] igual. É este se calhar [$y \leq x$]

Andreia: Aqui está para cima. Deve ser maior ou igual?

Bruna: Então é este $y \geq x$

Os alunos mostraram uma boa compreensão deste sub-tema, resultado do trabalho desenvolvido com o CD-ROM da Escola Virtual, contudo denotaram mais dificuldades nalgumas traduções que envolveram domínios planos com as bissetrizes dos quadrantes e com as operações disjunção e/ou conjunção.

No sub-tema onde os alunos mostraram uma boa compreensão os processos são realizados em objectos matemáticos mais elementares e por isso tornaram-se mais acessíveis com o uso da ferramenta computacional, atingindo os alunos desta forma a reificação. Os processos realizados nos domínios planos com bissetrizes e nas

operações lógicas parecem estar ainda na fase de interiorização e tornam-se cada vez mais acessíveis para os alunos à medida que eles vão desenvolvendo as suas destrezas. Contudo, são ainda evidentes as dificuldades dos alunos o que quer dizer que os conceitos não foram ainda reificados (Sfard, 1991).

4.2. Concepções dos alunos face à geometria e à utilização do CD-ROM da Escola Virtual

Com o intuito de responder à terceira questão deste estudo “Quais as concepções dos alunos sobre a geometria, antes e depois de usarem esta ferramenta computacional?” foram elaborados dois questionários. O primeiro foi realizado antes de se iniciar a investigação e o segundo no final da implementação da proposta pedagógica, que foram respondidos pelos alunos da turma.

Os dados do primeiro inquérito, relativos às respostas dos alunos, foram registados e analisados. Relativamente às concepções dos alunos sobre a geometria, antes de usarem a ferramenta computacional, verificou-se que: mais de metade dos alunos não gosta de estudar geometria nem de resolver problemas com geometria, e consideram que a aprendizagem da geometria não é importante para a sua formação; muitos alunos mencionaram que têm uma atitude indiferente em relação à utilidade da geometria e que não têm opinião sobre o interesse da geometria, nem se ela proporciona ou não uma visão diferente da Matemática; a grande maioria dos alunos concorda que situações do dia-a-dia exigem conhecimentos de geometria e metade tem uma atitude positiva ao considerar que o estudo da geometria promove a investigação, a exploração e a experimentação de relações; os alunos da turma concordam que todo o aluno pode aprender geometria desde que bem ensinada. Os alunos usam os livros em formato impresso e a utilização da Internet não tem grande expressão. Preferem estudar sozinhos e não conhecem a Escola Virtual da Porto Editora.

Ao pretender-se saber o que é que os alunos associam à geometria obteve-se várias respostas, tais como: “é onde se calcula as áreas e volumes dos sólidos”, “é o estudo de áreas, perímetros de sólidos geométricos”; “onde se aprende a determinar

áreas e os perímetros de sólidos”; “estuda os sólidos e figuras”. Também ao pretender-se saber quais os conteúdos estudados na geometria em anos anteriores, os alunos referiram que trabalharam com “áreas, perímetros e semelhança no plano e no espaço”, “classificação de triângulos, áreas, perímetros e volumes” e “áreas, perímetros, conjuntos numéricos, gráficos cartesianos, semelhança de triângulos, rectas no plano e no espaço”. A utilização do geoplano ou do tangram foi o que mais gostaram.

Contudo os alunos nunca tinham trabalhado com computadores nas aulas de geometria e alguns referiram a utilização do geoplano, tangram e sólidos de acrílico, em actividades de geometria de anos anteriores. De entre os vários métodos para aprender geometria os alunos preferem a realização de jogos didácticos, a utilização de CD-ROM(s)/DVD(s) interactivos e o uso de materiais manipuláveis (tangram e geoplano) para aprender geometria.

No final do estudo foi realizado o segundo questionário para estudar as concepções dos alunos sobre a geometria. As respostas dos alunos foram registadas e analisadas.

Os alunos referiram que a utilização do computador com o CD-ROM da Escola Virtual, a realização dos exercícios propostos e o trabalho de grupo ajudaram a sua aprendizagem. As justificações dadas dividem-se entre “é bastante interessante para se aprender”, “estive mais atenta e com mais interesse nas aulas”, “porque foi uma maneira diferente de dar a matéria” e “porque não era tanto aula teórica”. Também mencionaram que a utilização do computador com o CD-ROM da Escola Virtual, a realização dos exercícios propostos e o trabalho de grupo facilitaram a sua aprendizagem. Os alunos, justificaram as respostas dadas e temos como exemplos, “os exercícios com animações/interactivas, torna a aprendizagem mas estimulante”, “conforme fazíamos os exercícios podíamos rever a explicação daquela matéria”, “quando há dúvidas vamos ouvir as locuções e podemos discutir as várias opiniões com o grupo”.

Todos os alunos responderam que a utilização do computador com o CD-ROM da Escola Virtual facilitou a descoberta e a compreensão dos conceitos. Referiram que o CD-ROM da Escola Virtual “explica-nos como deve ser resolvido os exercícios”, “quando temos dúvidas recorremos às locuções”, “podemos ouvir várias vezes até compreendermos”. Os alunos foram unânimes em considerar que o trabalho de grupo contribuiu para a discussão de ideias e, nas justificações, alguns referiram que “existem

várias opiniões acerca de uma actividade”, “podemos dar a nossa opinião e dizermos o que acharmos e chegar a uma conclusão”, “tentávamos em conjunto perceber o que não compreendíamos”. Mais de metade dos alunos mencionou que ao longo das aulas sentiu dificuldades e que estas foram superadas “com a ajuda das locuções do CD-ROM”, ou através do “trabalho de grupo”, ou, ainda, com a “ajuda do professor”.

As aulas de geometria, com recurso ao computador e ao CD-ROM da Escola Virtual, foram consideradas pelos alunos motivadoras e o recurso aos computadores e à Escola Virtual “tornam as aulas mais interessantes”, são “diferentes”, e “dadas de outra forma”. Também consideraram que houve uma grande vantagem trabalhar nas aulas com o computador e com o CD-ROM da Escola Virtual e indicaram algumas vantagens, tais como, “apresenta exercícios com a sua resolução”, “motivou mais os alunos” e “ouvir as locuções até percebermos”. Os alunos referiram unanimemente que os conteúdos sobre o tópico Método cartesiano no plano disponibilizados no CD-ROM da Escola Virtual facilitaram a compreensão da matéria. Alguns indicaram que os conteúdos são “claros” e que “estão bem explicados”;

Quase todos os alunos escolheram “As animações/interactividades” como sendo a componente que mais gostaram de utilizar no CD-ROM da Escola Virtual. Referiram que as animações “estimulam a nossa aprendizagem”, e com esta componente verificavam “se tinham percebido a matéria”. Por fim, todos os alunos indicaram que se interessaram mais pela matéria quando utilizaram o CD-ROM da Escola Virtual no estudo do Método cartesiano no plano. Referiram que o interesse deriva do “facto de as aulas serem diferentes” e que há “exemplos bem explícitos”.

Capítulo V

Conclusões

Neste capítulo procuro responder às questões deste estudo, apresentando os resultados e conclusões mais relevantes.

O objectivo deste estudo é analisar a forma como os materiais educativos em ambientes interactivos e dinâmicos, em CD-ROM da Escola Virtual, desenvolvem a competência dos alunos, do 11.º ano de escolaridade, na aprendizagem da geometria e em particular, do método cartesiano no plano. Este objectivo originou três questões: (i) Qual o papel do CD-ROM da Escola Virtual no estudo do tema método cartesiano do plano?; (ii) Qual a qualidade das aprendizagens de geometria quando usam o CD-ROM da Escola Virtual?; e (iii) Quais as concepções dos alunos sobre a geometria, antes e depois de usarem esta ferramenta computacional? Para responder às primeira e segunda questões parece-me conveniente relacionar a forma como os alunos trabalharam o CD-ROM da escola Virtual com seu desempenho. Para responder à terceira questão é necessário comparar o que os alunos pensavam sobre a geometria e sobre o seu ensino antes e depois da investigação.

Os resultados deste estudo permitem conhecer o modo como os alunos trabalharam o método cartesiano do plano (referencial cartesiano, representação de pontos no plano, rectas, simetrias no plano e domínios planos), bem como a qualidade das aprendizagens de geometria quando usam o CD-ROM da Escola Virtual.

O grupo da Andreia e da Bruna é o que apresenta o melhor desempenho global, revelando ter adquirido aprendizagens mais significativas, através da exploração do *software* educativo Escola Virtual. Durante a resolução de exercícios, o par, recorreu sempre que necessário às explicações e exemplos sobre o tema, no *software* e, quando essas dúvidas persistiam solicitava a ajuda do professor. Verificou-se que houve

confronto de ideias e partilha de dificuldades e sucessos, entre os elementos do grupo, tendo esta postura contribuído para respostas que resultaram de uma maior reflexão e confrontação de ideias. As respostas que apresenta revelam uma boa compreensão ao lidar com o referencial cartesiano, com rectas, com simetrias de pontos (em relação à origem, aos eixos coordenados ou bissectrizes dos quadrantes) e domínios planos, no entanto evidencia algumas deficiências em distinguir condições que correspondem a semi-planos definidos pelas bissectrizes dos quadrantes e abertos ou fechados e, também, nos domínios planos que envolvem as operações lógicas (\wedge e \vee e \sim). Estas dificuldades parecem evidenciar a fraca compreensão que os alunos têm dos conceitos de semi-planos e operações lógicas. De modo a poderem ultrapassar as várias dificuldades, é fundamental que trabalhem com diversas representações, pois estas complementam-se e, no seu conjunto, contribuem para uma plena compreensão – reificação (Sfard, 1991) - do conceito matemático.

O grupo da Ana e da Vanessa apresenta um desempenho global mais fraco. As alunas revelam bom desempenho na representação de pontos e rectas no referencial, mas denotam dificuldades quando trabalham com simetrias de pontos e domínios planos. O fraco desempenho, em algumas respostas dadas, resulta da dificuldade que as alunas têm na identificação dos quadrantes do referencial cartesiano. Este par, aquando da resolução de alguns exercícios, e quando tem dúvidas nem sempre recorre às potencialidades do *software*, para ultrapassar as dificuldades. Em algumas situações, as alunas, mostraram ter dificuldades em compreender o que é apresentado nas locuções. Também se verificou que o par não funcionou bem enquanto grupo, ou seja, houve pouca discussão e troca de saberes durante a resolução dos exercícios. Esta atitude parece ter contribuído para o menor desempenho, do grupo, em algumas actividades.

Os alunos, durante a utilização do CD-ROM da Escola Virtual e exploração do sub-tema “Método cartesiano no plano”, consultaram os diversos recursos, tais como, textos, imagens, animações e interactividades, antes e depois da resolução de cada exercício. Esta metodologia é fundamental para a aprendizagem dos conceitos, uma vez que este *software* apresenta um conjunto de aulas, agrupadas por temas, que abrangem os conteúdos programáticos e recorre ao suporte digital de conteúdos. Contudo, verificou-se que as potencialidades, dinâmicas e interactivas, deste *software*, Escola Virtual, nem sempre são suficientes e eficazes para a compreensão e apropriação de

conceitos, por parte dos alunos. Quando os alunos não conseguem acompanhar as explicações no CD-ROM, o professor tem aqui um papel preponderante, no sentido de os orientar, na procura da informação, e de os ajudar na superação das dificuldades. Esta situação é mais evidente quando os alunos trabalham com conteúdos menos familiares e que exigem um maior esforço e raciocínio, ou seja, que requerem mais exigência ao nível cognitivo.

A aprendizagem dos conceitos matemáticos, relativos ao método cartesiano do plano, processou-se através da participação dos alunos em práticas sociais, ou seja, a partir das interacções entre pares e entre os elementos de cada par, e através das acções mediadas pelos artefactos, designadamente o programa educativo da Escola Virtual e seus recursos. Nesta investigação constatou-se, à semelhança de estudos realizados por César (1998), que o trabalho de grupo e as interacções sociais se revelaram potenciadores de um bom desempenho dos alunos, em que a aquisição de conhecimentos se tornou mais compreensiva e menos mecanizada. Verificou-se também que o CD-ROM foi um artefacto mediador, não apenas um instrumento que estava entre as interacções dos alunos e os conceitos, mas algo mais, que proporcionou motivação e empenho dos alunos, pois, segundo Piteira e Matos (1999) o artefacto mediador é aquilo que dá poder no processo de transformação dos objectos.

No que se refere às concepções dos alunos sobre a geometria no início da investigação, a maioria dos alunos referiu que não gosta de estudar geometria, mas é de opinião que todo o aluno pode aprender geometria desde que bem ensinada. Ficou evidente que os alunos nunca tinham utilizado o computador para trabalharem o tema da geometria, mas utilizaram, nos anos anteriores outros materiais como o geoplano, o tangram e os sólidos de acrílico. A geometria é associada à utilização que assentava no estudo de figuras geométricas e de sólidos, em particular, no cálculo de áreas, de perímetros e de volumes.

A concepção dos alunos sobre o estudo da geometria parece ter-se modificado com a utilização do computador e do *software* educativo Escola Virtual. Os alunos referem que as aulas de geometria dadas com o CD-ROM da Escola Virtual são “mais interessantes”, facilitam e estimulam a aprendizagem dos conteúdos. Ficou, também, evidente que o trabalho de grupo é importante para a discussão de ideias e negociação de significados matemáticos. Esta mudança de perspectiva prende-se, para além do tipo

de actividades realizadas, com o ambiente dinâmico e interactivo em que os alunos realizaram a sua aprendizagem.

A utilização do CD-ROM da Escola Virtual foi muito vantajosa no desenvolvimento do tópico método cartesiano do plano. A interactividade/animação gráfica presente contribuiu para uma boa compreensão dos conteúdos que, pelas suas especificidades, são muito difíceis de abordar. Os sub-temas são tratados de uma forma interessante o que ajudou na motivação dos alunos que adoptaram, na sua maioria, uma atitude muito positiva face à aula. A oportunidade dos alunos de se auto-avaliarem nas aprendizagens que efectuavam, no final da realização dos exercícios, desenvolveu-lhes o sentido crítico.

Os alunos utilizaram as locuções, as animações, os vídeos e exemplos do CD-ROM da Escola Virtual para aprender os conteúdos de forma autónoma e recorreram apenas ao professor para esclarecer dúvidas pontuais ou quando não conseguiam acompanhar as explicações no CD-ROM. Para o professor, os recursos disponibilizados no *software* da Escola Virtual constituíram uma relevante ferramenta de auxílio, pois criaram na sala de aula um ambiente favorável à aprendizagem, uma grande proximidade entre o professor e os alunos favorecendo a troca de ideias.

Sugestões para investigações futuras

Julgo que seria importante desenvolver um estudo sobre o ensino e aprendizagem da geometria: (i) com utilização da Escola Virtual, na Internet, e da plataforma Moodle, de modo a explorar a componente de ensino e aprendizagem on-line, utilizando as várias funcionalidades, ferramentas de comunicação síncrona e assíncrona, conteúdos de aprendizagem e ferramentas de avaliação; ou (ii) com exploração de *applets*, de modo a envolver mais activamente os alunos nas tarefas de natureza investigativa, as quais podem conduzir a uma aprendizagem mais significativa.

Referências

- Arcavi, A., & Hadas, N. (2000). Computer mediated learning: An example of an approach. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 5(1), 25-45.
- Bairral, Marcelo A (2005). Alguns contributos teóricos para a análise da aprendizagem matemática em ambientes virtuais. *Paradigma*. 26(2), p. 197-214.
- Bell, J. (2008). *Como realizar um projecto de investigação*. Lisboa: Gradiva
- Bodgan, R e Biklen, S (1994). *Investigação Qualitativa em Educação*. Porto: Porto Editora.
- César, M. (1996). Interação entre pares e resolução de tarefas matemáticas. In *Actas do VI Seminário de Investigação em Educação Matemática* (pp. 225-240). Lisboa: APM.
- César, M. (1998). Investigação contextualizada, interacção entre pares e Matemática. In *Actas do VIII Seminário de Investigação em Educação Matemática* (pp. 7-33). Lisboa: APM.
- Doise, W. e Mugny, G. (1981). *Le développement social de l'intelligence*. Paris: InterEditions.
- Domingos, A. (2003). *Compreensão de conceitos matemáticos avançados – A Matemática no início do superior*. (Tese de Doutoramento, Universidade Nova de Lisboa).
- Elbaz, F. (1983). *Teacher Thinking: a Study of Practical Knowledge*. London: Croom Helm.
- Engeström, Y. (1998). *The activity system* [On-line]. Disponível: Internet Directório: www.helsinki.fi/jengestr/activity/6bO.htm
- Gilly, M. (1990). Mécanisme psychosociaux des constructions cognitives: perspectives de recherche à l'âge scolaire. In G. Netchine-Grynberg (Ed). *Développement et fonctionnement cognitifs chez l'enfant*. Paris: PUF, cap. 10, 201-222.
- Gray, E. and Tall, D.: 1994, 'Duality, ambiguity, and flexibility: a 'proceptual' view of simple arithmetic', *Journal for Research in Mathematics Education* 25(2), 116–140.
- Leontiev, A. N. (1959-1972). *O desenvolvimento do psiquismo*. Lisboa: Horizonte Universitário.
- Lessard-Hébert, M., Goyette, G., & Boutin, G. (1994). *Investigação qualitativa: Fundamentos e práticas*. Lisboa: Instituto Piaget.

- Meira, L. (1996). Students' early algebraic activity: Sense making and the production of meanings in mathematics. In L. Puig, & A. Gutiérrez (Eds.), *Proceedings of the 20th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, Vol. 3 (pp. 377-384). Valencia, Espanha: Universidade de Valencia.
- Ministério da Educação (2004/05). *Matemática*. Cursos Profissionais de nível Secundário. Lisboa: ME – Direção-Geral de Formação Vocacional.
- Miranda, Guilhermina Lobato (2007). Limites e possibilidades das TIC na educação. *Sísifo. Revista de Ciências da Educação*. 3, p. 41-50. Consultado em <http://sisifo.fpce.ul.pt>.
- Moll, L. C. (1996). *Vygotsky e a educação: Implicações pedagógicas da psicologia sócio-histórica*. Porto Alegre: Artes Médicas.
- Mugny, G. (1985). *Psychologie sociale du développement cognitif*. Berna: Peter Lang.
- Murphey, G. (1989). Sociocognitive conflict: confused? Don't worry? Yes, may be learning! Et cetera. *A review of General Semantics*, 46, p. 312-315.
- NCTM (2007). *Princípios e normas para a Matemática escolar*. Lisboa: APM (publicado originalmente em inglês em 2000).
- Nielsen, J. (2000). *Designing web usability*. Indianapolis: New Riders Publishing.
- Papert, S. (1991). Ensinar crianças a serem matemáticos versus ensinar Matemática. In J. P. Ponte (Org.), *O computador na educação matemática* (pp. 29-44). Lisboa: APM.
- Patton, M. (1980). Un Nouveau Paradigme de Recherche en Évaluation. In C. Paquette, G. Hein e M. Patton (Eds.), *Évaluation et Pédagogie Ouverte*. Victoriaville, Québec: NHP.
- Perret-Clermont, A.-N. e Nicolet, M. (1988). *Interagir connaître – enjeux et régulations sociales dans le développement cognitif*. Fribourg: DelVal.
- Piteira, G. (2000). *Actividade matemática emergente com os ambientes dinâmicos de geometria dinâmica* (Tese de Mestrado, Universidade de Lisboa).
- Piteira, G., & Matos, J. (1999). *Ambientes Dinâmicos de Geometria como Artefactos Mediadores para a Aprendizagem da Geometria*.
- Ponte, J. (1986). *O computador - Um Instrumento da Educação*. Lisboa: Texto Editora.
- Ponte, J. P. (1994b). O Estudo de caso na investigação em educação matemática. *Quadrante*, 3 (1), 3-18.
- Ponte, J. P. (2002). As TIC no início da escolaridade. In J. Ponte (Org.), *A formação para a integração das TIC na educação pré-escolar e no 1º ciclo do ensino básico* (Cadernos da Formação de Professores, nº 4, pp. 19-26). Porto: Porto Editora.

- Ponte, J. P. (2005). *Gestão curricular em Matemática*. In *GTI (Ed.), O professor e o desenvolvimento curricular* (pp. 11-34). Lisboa: APM.
- Ponte, J. P., & Serrazina, M. L. (2000). *Didáctica da Matemática do 1º Ciclo*. Lisboa: Universidade Aberta.
- Porto, Z. (1995). *Números Decimais: problemas de compreensão e de representação*. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal de Pernambuco.
- Reinhardt, C. e Cook, T. (1979). Beyond Qualitative versus Quantitative Methods. In T. Cook e C. Reichardt (Eds.), *Qualitative and Quantitative Methods in Evaluation Research*. London: Sage Publications.
- Saxe, G. (1991). *Culture and cognitive development: Studies in mathematical Understanding*. Lawrence Erlbaum Associates, Publishers, Hillsdale, NJ.
- Sfard, A. (1991). On the dual nature of Mathematical concepts: Reflections on processes and objects as different sides of the same coin. *Educational Studies in Mathematics*, 22, 1-36.
- Silva, J. (2003). *Educação Matemática*, 71, 1-2. Lisboa: APM.
- Varandas, J. (2000). *Avaliação de investigações matemáticas: Uma experiência* (Tese de Mestrado, Universidade de Lisboa).
- Vérillon, P., & Rabardel, P. (1995). *Cognition and Artefacts: A contribution to the study of thought in relation to instrumented activity*. European Journal of Psychology in Education.
- Vygotsky, L. (1988). *A Formação Social da Mente*. São Paulo: Martins Fontes.
- Yin, R. (2005). *Estudo de caso: planejamento e métodos*. Porto Alegre: Bookman.

Anexos

Anexo 1

Primeiro questionário
Concepções dos alunos acerca da geometria e da sua importância

As perguntas que se seguem expressam algumas ideias e atitudes acerca da geometria. Assinala com um X o grau de concordância que lhe atribuis, considerando que todas as opções de resposta utilizam a seguinte escala:

Discordo totalmente	Discordo parcialmente	Não tenho opinião	Concordo parcialmente	Concordo totalmente
1	2	3	4	5

1. Gosto de estudar geometria. 1 2 3 4 5
2. Gosto de resolver problemas de geometria. 1 2 3 4 5
3. Aprender geometria é muito importante para a minha formação. 1 2 3 4 5
4. A geometria que estudo não me vai servir para nada. 1 2 3 4 5
5. A geometria ajuda a compreender o mundo em que vivemos. 1 2 3 4 5
6. Todos os alunos podem aprender geometria desde que bem ensinada. 1 2 3 4 5
7. A geometria tem pouco interesse. 1 2 3 4 5
8. As situações do dia-a-dia exigem conhecimentos de geometria. 1 2 3 4 5
9. A geometria proporciona uma visão diferente da matemática. 1 2 3 4 5
10. Quando estudo geometria posso investigar, experimentar e explorar relações. 1 2 3 4 5

11. Como material de apoio ao meu estudo, utilizo:

- | | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> Livros em formato impresso | <input type="checkbox"/> Livros em formato digital |
| <input type="checkbox"/> CD-ROM/DVD | <input type="checkbox"/> Internet |
| <input type="checkbox"/> Outro. Indica _____ | |

12. Em geral prefiro estudar:

Sozinho(a)

Em grupo

13. Conheço a Escola Virtual da Porto Editora?

Sim

Não

Se **Sim** responder aos pontos 13.1 e 13.2.

13.1. Tomei conhecimento através:

Meios de Comunicação Social

Site

CD-ROM

Internet

Porto Editora

Escola

Colegas/Amigos

Outro. Indica _____

13.2. Considero a Escola Virtual um recurso:

Vantajoso como apoio na sala de aula

Vantajoso como apoio extra aula

Não é vantajoso

14. O que é para ti a geometria?

15. O que é que já estudaste em geometria em anos anteriores?

16. O que gostaste mais nas aulas de geometria de anos anteriores?

17. O que gostaste menos nas aulas de geometria de anos anteriores?

18. Já alguma vez tinhas trabalhado com computadores nas aulas de geometria? E com outros materiais?

19. Lembraste de alguma actividade que tenhas feito numa das aulas de anos anteriores?

20. De entre os vários métodos para aprender geometria, indica, por ordem, três que mais preferes.

- ☐ Exposição da matéria pelo professor.
- ☐ Resolução de problemas de situações reais.
- ☐ Utilização de materiais manipuláveis (tangram, geoplano, ...).
- ☐ Construções com régua e compasso.
- ☐ Resolução de exercícios do livro.
- ☐ Utilização de um ambiente de geometria dinâmica (GSP, Cabri, Cinderella, ...)
- ☐ Realização de trabalhos de grupo.
- ☐ Exploração de actividades de investigação.
- ☐ Organização de debates para discutir ideias.
- ☐ Realização de jogos didácticos.
- ☐ Utilização de CD-ROM(s)/DVD(s) interactivos.
- ☐ Utilização de sites na Internet.
- ☐ Outros. Quais? _____

Segundo questionário

A experiência de ensino e aprendizagem da geometria

As perguntas que se seguem exprimem algumas opiniões sobre as aulas de geometria - Método Cartesiano no Plano - com recurso ao computador e ao CD-ROM da Escola Virtual (EV). Assinala com um X o grau de concordância que lhe atribuis, considerando que todas as opções de resposta utilizam a seguinte escala:

Discordo totalmente	Discordo parcialmente	Não tenho opinião	Concordo parcialmente	Concordo totalmente
1	2	3	4	5

1. A utilização do computador com o CD-ROM da EV, os exercícios propostos e o trabalho de grupo estimularam a aprendizagem.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Justifica a tua opinião:

2. A utilização do computador com o CD-ROM da EV, os exercícios propostos e o trabalho de grupo facilitaram a aprendizagem.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Justifica a tua opinião:

3. A utilização do computador com o CD-ROM da EV facilitou a descoberta e a compreensão dos conceitos.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Justifica a tua opinião:

4. O trabalho de grupo contribuiu para a discussão de ideias.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Justifica a tua opinião:

5. Ao longo das aulas surgiram muitas dificuldades.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Justifica a tua opinião:

6. As aulas de geometria, com recurso ao computador e ao CD-ROM da EV, foram motivadoras.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Justifica a tua opinião:

7. Trabalhar nas aulas com o computador e o CD-ROM da EV trouxe vantagem.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Indica algumas vantagens:

8. Os conteúdos sobre o tópico Método Cartesiano no Plano disponibilizados no CD-ROM da EV:

- Facilitaram a compreensão da matéria
- Dificultaram a compreensão da matéria
- Não influenciaram a compreensão da matéria

Justifica a tua opinião:

9. No tópico Método Cartesiano no Plano os componentes que mais gostei de utilizar no CD-ROM da EV, foram:

- A introdução
- As animações/interactividades
- Outro. Indica _____
- A abordagem teórica
- Os exercícios

Justifica a tua opinião:

10. Quando utilizei o CD-ROM da EV no estudo do Método Cartesiano no Plano:

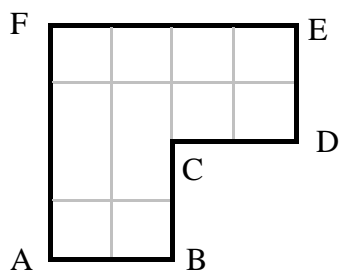
- Interessei-me mais pela matéria
- Desinteressei-me pela matéria
- Foi-me indiferente

Justifica a tua opinião:

Tarefa

1. Explica o que entendes por referencial cartesiano ortogonal e monométrico (sub-tema 2).

2. Desenha um referencial onde seja fácil ler os vértices da figura. Escreve as coordenadas desses pontos (sub-tema 2).



A (,)

B (,)

C (,)

D (,)

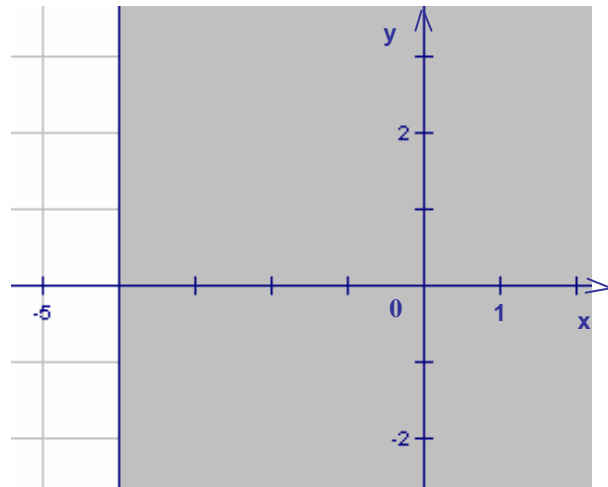
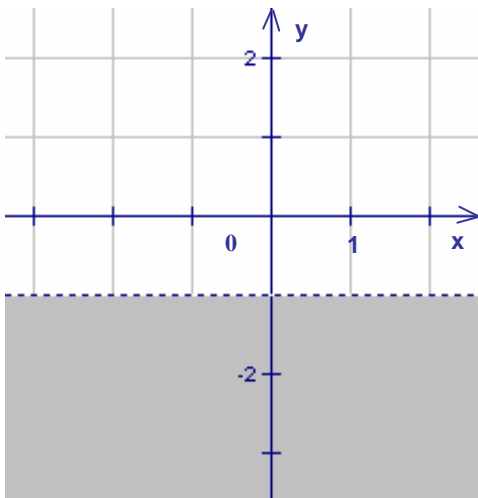
E (,)

F (,)

3. Com base no trabalho já desenvolvido (sub-temas 3 e 8) estabelece **relações entre cada simetria** estudada e a **transformação que se dá nas coordenadas dos pontos**. Apresenta um relatório com as tuas conclusões.

[Exemplo: O simétrico do ponto $P(2, 3)$ relativamente ao eixo Ox é o ponto $P'(2, -3)$. As coordenadas de P e P' têm a mesma abcissa e ordenadas simétricas]

4. Observa as figuras e representa uma condição que define cada um dos conjuntos de pontos do plano (sub-temas 4 e 5).



Resposta:

Guião da Entrevista

As entrevistas decorrerão num momento a combinar com os alunos seleccionados, serão áudio-gravadas para posterior transcrição dos elementos mais relevantes e terão uma duração de, aproximadamente, 30 minutos. Pretende-se com estas entrevistas esclarecer aspectos do raciocínio efectuado pelos alunos que não tenham sido explicitados na resolução das tarefas (exercícios do CD-ROM da EV e Tarefa).

Questões orientadoras:

1. Como te chamas?
2. Já reprovaste alguma vez? (Se sim, em que ano(s)?)
3. Consideras a Matemática uma disciplina difícil?
4. Qual o tema da Matemática que mais gostas? E que menos gostas? Porquê?
5. Gostas de trabalhar com o computador? Porquê?
6. Achas que o CD-ROM da Escola Virtual te ajudou a compreender a Geometria? Justifica.
7. Das questões a que respondeste, no CD-ROM da Escola Virtual, qual é para ti a mais interessante? Porquê?
8. Em qual das questões sentiste mais dificuldade?

Nota:

- Será solicitado aos alunos que expliquem e esclareçam processos de resolução de alguns exercícios, que constam nas transcrições das aulas gravadas com o *software* Camtasia Studio

Autorização

Exmo. Encarregado de Educação do(a) aluno(a): _____, nº ___ do 11.º

Vai ser desenvolvido com os alunos desta turma, nas aulas de Matemática, um projecto de ensino e aprendizagem da geometria, em particular método cartesiano no plano, com recurso a um CD-ROM da Escola Virtual e a utilização de computadores do laboratório de Matemática. Este projecto pretende analisar a forma como os materiais educativos em ambientes interactivos e dinâmicos, em CD-ROM da Escola Virtual, desenvolvem a competência dos alunos, do 11.º ano de escolaridade, na aprendizagem da geometria

Para tal, solicito a sua autorização para entrevistar o seu educando, de modo a poder perceber a forma como ele viveu as aulas e a sua sensibilidade relativamente ao CD-ROM utilizado na aprendizagem. Informa-se que essa entrevista será gravada em áudio e, naturalmente, será preservado o anonimato do aluno. A entrevista não servirá para avaliar o seu educando, mas sim para tentar compreender a percepção que tive das aulas leccionadas.

Note-se que analisar o que os alunos têm a dizer sobre este tipo de aulas é fundamental para divulgar esta experiência e, assim, contribuir para uma melhoria do ensino da Matemática.

Com os melhores cumprimentos,

Torres Vedras, 11 de Fevereiro de 2008

(Carlos Silva, o professor de Matemática)



Declaro que autorizo o meu educando _____ a realizar uma entrevista com o professor Carlos Silva no âmbito de uma investigação sobre a utilização do CD-ROM da Escola Virtual nas aulas de Matemática.

___ / 02 / 2008

(Encarregado de Educação)

Manual Interactivo - Escola Virtual da Porto Editora

O CD-ROM Matemática A – 10.º ano “Manual Interactivo”, a Escola Virtual da Porto Editora, contém quatro unidades didáticas: Módulo inicial; Geometria no plano e no espaço; Funções e Gráficos; Estatística. Este recurso traz a denominação de Manual Interactivo, mas não é a representação do manual em formato livro da Porto Editora. Na página de entrada (fig. A.1), para além das unidades didáticas, encontram-se uma barra de ferramentas (no topo), um botão de acesso à Escola Virtual na Internet e um *link* para registo deste produto.

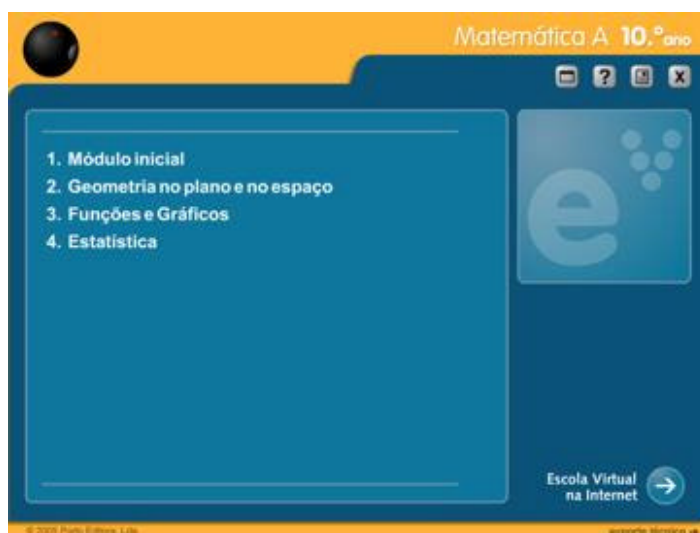



Figura A.1 – Página de entrada

Na barra de ferramenta  estão disponíveis vários botões que têm as seguintes funcionalidades:

Voltar – permite regressar ao menu inicial (presente apenas quando se visualiza um tema).

Full-screen – maximiza o ecrã.

Ajuda – abre a ajuda.

Ficha técnica – apresenta uma lista de todas as pessoas envolvidas na elaboração deste CD-ROM.

Sair – fecha a aplicação.

Para iniciar a actividade, o aluno começa por escolher a unidade didáctica e seguidamente o tema (fig. A.2).



Figura A.2 – Página da unidade didáctica - Geometria no plano e no espaço


Todos os temas possuem uma página de Objectivos e uma página de Resultados. Na página de objectivos (fig. A.3) – a primeira do tema – há um botão  que permite aceder ao painel móvel dos objectivos a alcançar na exploração desse tema e os *links* directos para todos os sub-temas.



Figura A.3 – Página de objectivos do tema


A página de resultados é a última página de cada tema (fig. A.4). Aí pode-se consultar, novamente, os objectivos da aula e encontrar *links* directos para todos os sub-temas que contenham exercícios e a classificação obtida nesses exercícios. Na página de resultados encontra-se, um botão  que permite recomeçar todos os exercícios da aula. Nas aulas de resolução de exercícios há apenas a página de resultados.



Figura A.4 – Página de resultados da evolução do tema






Para navegar no tema, o aluno pode escolher um sub-tema, através dos botões  que estão em rodapé ou directamente na parte central do ecrã  ou, ainda, através das setas  que têm as funções avançar/retroceder e que se encontram no canto inferior direito do ecrã.



Figura A.5 – Página inicial do tema

Os botões página inicial do tema  (fig. A.5) e página de resultados da evolução do tema , situados no rodapé, surgem destacados em todos os ecrãs dos sub-temas com a finalidade de indicar a página inicial e a página de resultados que contém a verificação de execução dos exercícios de um tema, respectivamente.

A estrutura presente nos temas é sempre a mesma. Em todos os sub-temas (fig. A.6), na barra inferior central, o botão activo tem a cor cinza escuro e os restantes botões têm a cor cinza claro, excepto os botões referentes às páginas inicial e final que têm sempre cor laranja. Quanto às setas de navegação, situadas no canto inferior direito, se surge num fundo cinza claro está activo, se surge num fundo cinza esbatido está desactivado.

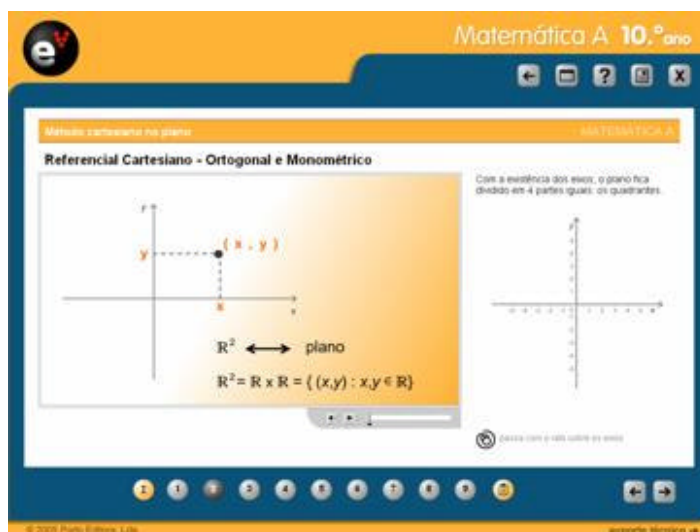



Figura A.6 – Sub-tema Referencial cartesiano

Os fundos utilizados, na sua maioria, são discretos contudo, nota-se que em algumas animações há uma certa dificuldade na visualização dos gráficos pelo facto do fundo ficar esbatido.

São utilizados botões icónicos e nominais e verifica-se que os botões permanentes surgem no mesmo lugar nos diferentes ecrãs. Verifica-se ainda que, nas diferentes páginas, a área de trabalho ocupa o ecrã, pelo que não é necessário utilizar a barra de movimento vertical (*scroll*) para visualizar os conteúdos que nelas constam. O aluno

escolhe um sub-tema, depois pode seguir linearmente (setas ou opções da barra inferior). O facto das páginas dos sub-temas estarem numeradas sugere e apresenta uma sequência lógica. Note-se que o aluno sempre que desejar pode regressar ao menu inicial usando o botão , presente em todos os ecrãs na parte superior direita, o que torna a navegação intuitiva pela consistência na sua localização.

Os temas integram vários tipos de exercícios interactivos, designadamente de: correspondência, identificação, espaços em branco (fig. A.7), escolha múltipla, ordenação, agrupamento e legendagem.

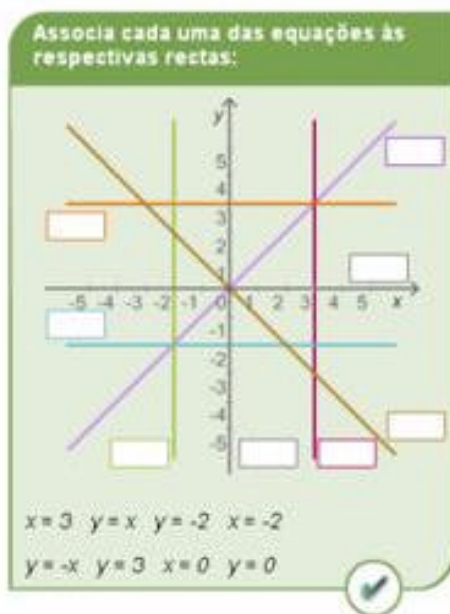


Figura A.7 – Exercício do tipo espaços em branco

Para além deste tipo de exercícios existe um tipo especial de exercícios que se chama “exercícios por passos” (fig. A.8). Neste tipo de exercícios está visível apenas o primeiro passo da resolução.

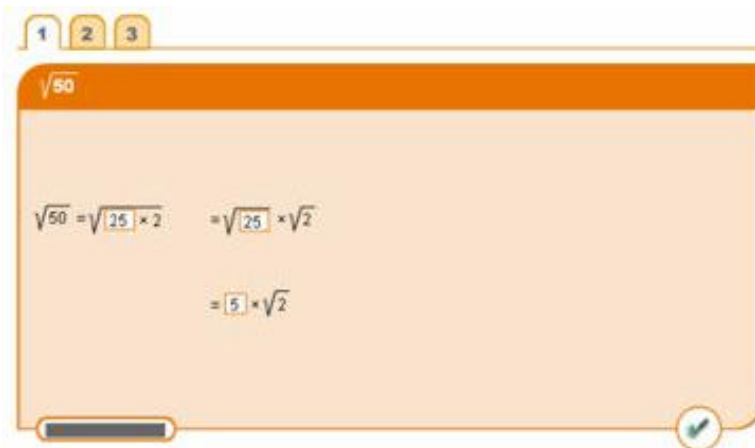


Figura A.8 – Exercício do tipo “exercício por passos”

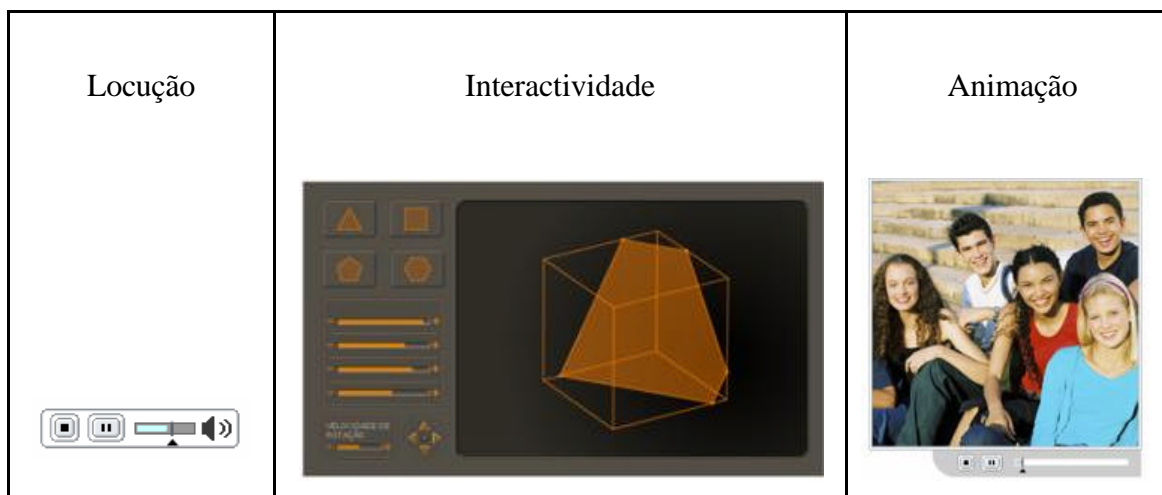
Cada passo só ficará visível se o aluno resolver, correctamente, o passo que o antecede. Deste modo, quando ele chega ao final da resolução (e se nunca pedir para ver as soluções), saberá que a sua resposta ao exercício está completamente correcta. Mesmo que não saiba a resposta a um ou mais passos poderá avançar na resolução do exercício.



Figura A.9 – Exercício do tipo “exercício por passos” resolvido e avaliação










Para isso basta que clique sobre o botão "ver resultado" e, de seguida, em "soluções" (fig. A.9). Isto revela as soluções desse passo e mostra o passo seguinte. Só é possível recomeçar a totalidade do exercício no último passo. Nos passos intermédios pode apagar, apenas, as respostas erradas. Os exercícios por passos podem ser facilmente identificados pela barra de progresso que encontras na parte inferior do ecrã. Por um lado, como complemento dos conteúdos da Escola Virtual existem

diversos recursos (quadro A.1), tais como, textos, imagens, animações e interactividades, entre outros.



Quadro A.1 - Recursos

Por outro lado, há outros botões que permitem aceder a mais informações, como os seguintes (quadro A.2):

 Animações	 Biografias	 Calculadora
 Curiosidades	 Vídeo	 Fórmulas – explicação/dedução
 Informações/Notas	 Interactividade	 Recorda/Nota

Quadro A.2 - Botões para aceder a informações

A informação adicional poderá, também, ser encontrada em painéis móveis (quadro A.3).

Quadro A.3 - Informação adicional com painéis móveis

Este CD-ROM, da Escola Virtual, apresenta um conjunto de aulas, agrupadas por temas, que abrangem toda a matéria curricular. Recorre ao suporte digital de conteúdos para a aprendizagem, através de animações, vídeos, locuções e interactividades (hiperligações).