O Cabri-Géomètre - um ambiente de aprendizagem significativa da geometria

Renata Silva
EB2/3 Escultor António Fernandes de Sá – Oliveira do Douro
renatasilva@netcabo.pt

Isabel Cabrita
DDTE – Universidade de Aveiro
icabrita@dte.ua.pt

Resumo – **O ensino e a aprendizagem da matemática, nomeadamente da geometria, têm sido considerados muito desmotivantes, não havendo lugar para a observação, experimentação, construção, criatividade, reflexão, intuição e autonomia dando-se ênfase à repetição e mecanização de exercícios após o debitar, pelo professor, da matéria estipulada programaticamente. A introdução dos Ambientes (Dinâmicos) de Geometria Dinâmica pode alterar, por completo, esta situação permitindo que os alunos explorem, por si próprios, elementos da Geometria colocando problemas e descobrindo resultados relevantes, investigando propriedades, elaborando e testando conjecturas, justificando e argumentando raciocínios. Neste estudo elege-se o Cabri-Géomètre enquanto eventual proporcionador de uma aprendizagem mais dinâmica, mais motivadora, mais eficaz e eficiente fomentando interacções entre aluno(s) e professor e a assumpção de novos papéis para ambos.**

Palavras Chave – Ambientes (Dinâmicos) de Geometria Dinâmica, Aprendizagem significativa, Cabri-Géomètre, Geometria.

INTRODUÇÃO

Pela sua fácil ligação com o mundo real, pela sua simples ligação com diversas áreas da Matemática, pelas potencialidades que revela a promover competências de raciocínio e resolução de problemas, a geometria tem assumido um lugar de destaque nos programas de Matemática.

No entanto, o modo como a geometria ainda é, habitualmente, leccionada, de uma forma muito "tradicional", proporciona aos alunos poucas oportunidades de explorar e construir conhecimentos, assentando a aprendizagem, num conjunto de teoremas, que são posteriormente demonstrados e aplicados em problemas semelhantes [1]. Tais práticas têm conduzido à desmotivação dos alunos, os quais manifestam atitudes, face à geometria, que continuam a ser alvo de preocupação de professores e investigadores. A Geometria, ainda hoje, é considerada uma área de difícil compreensão, na qual é impossível obter bons resultados [2].

Assim, na abordagem da geometria, pretende-se dar a máxima importância ao desenvolvimento de actividades que apelem ao processo indutivo de descoberta, ou mesmo de pesquisa, em que os alunos são estimulados a explorar conceitos geométricos usando variados materiais preferencialmente informáticos.

De entre eles são de destacar os Ambientes (Dinâmicos) de Geometria Dinâmica (A(D)GD's) que tornam a aprendizagem da geometria bastante mais sedutora, significativa e efectiva permitindo a construção, manipulação e observação do que se conserva invariante nas relações definidas, possibilitando a exploração de outras [3].

Silveira refere que tanto o ensino da geometria como o da matemática constituem uma índole bem mais experimental, direccionada para a resolução de problemas, exploração de conceitos, elaboração e testagem de conjecturas, para pequenas investigações, sendo os A(D)GD's fontes poderosas e valiosas para a prática de todos os aspectos mencionados [4].

Na opinião de Veloso, os A(D)GD's podem auxiliar e estimular a renovação do ensino da geometria porque são instrumentos perfeitos para uma abordagem desta temática com recurso à intuição, à exploração de situações geométricas problemáticas, ao desenvolvimento de tarefas investigativas, à formulação de conjecturas e sua validação, ou não, consoante os exemplos ou contra-exemplos que vão criando [5].

Os A(D)GD's mais divulgados e que permitem abordar a Geometria de uma forma mais viva e dinâmica, apelando a actividades explorativas e investigativas, de forma livre e autónoma por parte dos alunos, são o Cabri-Géomètre, o Geometer's Sketchpad e o Cinderella.

Há já fortes indícios de que tais ambientes computacionais, podem contribuir, de forma fundamental, para uma nova relação entre professores, alunos e o processo de ensino e de aprendizagem da geometria, permitindo desenvolver capacidades de visualização espacial, de raciocínio e de argumentação, essenciais na época actual e no futuro.

Em relação ao papel do professor, poderão permitir que seja um facilitador da aprendizagem, estimulando a descoberta e a pesquisa através de actividades de exploração, o espírito crítico, a imaginação e intuição do aluno deixando-lhe liberdade nas suas abordagens às tarefas de modo a permitir-lhe desenvolver a sua autonomia. Relativamente ao aluno, poderá permitir que seja activo nas suas aprendizagens, através da exploração e manipulação de figuras geométricas, que formule e teste conjecturas e que (re)descubra propriedades, construindo o seu conhecimento.

Deste modo, promovem um ensino diversificado proporcionando uma variedade de situações estimulantes de aprendizagem, tendo em conta os interesses, as capacidades, o ritmo e as aptidões do aluno.

Dentre estes A(D)GD’s, e não obstante a escassa investigação envolvendo o Cabri-Géomètre, principalmente a nível do 3º Ciclo do Ensino Básico, este parece afigurar-se como um dos mais interessantes para trabalhar a Geometria com alunos do 9º ano de escolaridade à luz das mais recentes orientações curriculares [4].

Assim, o estudo desenvolvido perseguiu como um dos principais objectivos averiguar das potencialidades do Cabri-Géomètre ao serviço de uma abordagem inovadora de tópicos de Geometria, a nível do 9º ano de escolaridade, assente em princípios construtivistas da aprendizagem.

CABRI-GÉOMÈTRE: PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS E RAZÕES DE SELECÇÃO

O Cabri II é um software de muito fácil familiarização e rápido controlo, apresentando-se com comandos simples e intuitivos. Tem ainda a grande vantagem de se fazer acompanhar de material auxiliar propondo uma série de actividades interessantes a realizar pelos alunos.

A interface do Cabri II está completamente repensada de um modo que Laborde define como “incontextual”, combinando o tradicional menu textual, que apresenta cinco tópicos (arquivo, editar, opções, janela e ajuda) com uma barra de instrumentos identificada com ícones, que permite aceder aos instrumentos de desenho e verificação, assemelhando-se à interface do programa Windows, mais propriamente, do Word e Excel [6].

Estrutura-se em menus descendentes aos quais se acede com o rato e que permitem a realização das mais variadas experiências e construções geométricas.

A versão do Cabri II apresenta diversas novidades tendo-se ampliado os objectos geométricos disponíveis, acrescentando-se o vector, a semi-recta, o polígono, os polígonos regulares, o arco de circunferência e as cónicas, sendo possível aplicar transformações (simetria, rotação e translação) aos objectos geométricos.

Também os objectos de medida foram acrescentados sendo possível determinar a distância entre dois pontos, entre um ponto e uma recta, entre um ponto e uma circunferência, o perímetro e a área de um polígono, a amplitude de ângulos [6].

Deste modo, o Cabri apresenta muito mais escolhas possíveis em cada um dos menus e disponibiliza opções que outros não possuem, como a opção triângulo, mediatriz, polígono, polígono regular, cónica, entre outros [4].

O Cabri II apresenta, ainda, uma calculadora com funções idênticas a uma calculadora científica não programável, que permite efectuar cálculos necessários, sem se ser obrigado a recorrer a outros recursos extra programa. Todos estes, e outros, dados podem ser registados em tabelas que o programa permite construir.

As últimas versões do Cabri integram tópicos de geometria analítica nas suas potencialidades permitindo a ligação da geometria com dois outros conteúdos, a álgebra e as funções. Relativamente à conexão da geometria analítica com a álgebra, este programa permite o acesso a um sistema de eixos, com possibilidade de marcação de pontos e construção de equações cartesianas e circunferências, admitindo a deslocação da origem, a modificação da unidade de medida do sistema e a introdução de coordenadas polares.

Permite, também, esconder objectos que foram apenas auxiliares de uma construção, que ficam invisíveis e podem ser exibidos em qualquer momento. É ainda possível alterar o aspecto de uma construção, modificando cores e traçados.

Ainda em relação às potencialidades que este A(D)GD apresenta, destaca-se a construção de macros e a flexibilidade dos menus. Isto é, permite a construção e memorização de práticas repetitivas e mais complicadas, que passam a constituir uma base à qual se pode aceder em qualquer momento (macros). Em relação aos menus é possível proceder a alterações de acordo com o estudo que se pretende realizar, ou seja, podem-se retirar menus ou tópicos de menus que não sejam necessários ao trabalho proposto [7].

A animação múltipla de objectos constitui-se, ainda, uma mais valia.

Além disso e como indica Veloso, o Cabri usa o paradigma “primeiro o verbo, depois o substantivo”. Deste modo o Cabri apresenta-se de mais fácil manipulação e compreensão seguindo uma ordem de selecção de comandos e objectos que se assemelha à nossa linguagem corrente [5].

Silveira é da opinião que o Cabri é mais intuitivo para as crianças e que, em termos de hierarquia, talvez propusesse o Cabri para utilização com alunos do Ensino Básico [4].

O Cabri convida, deste modo, o aluno a trabalhar activamente e de forma interactiva, desenhando e modificando as construções geométricas que realiza, ampliando o campo de possibilidades, permitindo elaborar construções impossíveis de concretizar com papel e lápis ou pelos meios tradicionais [8], podendo constituir uma mais valia para um ensino e aprendizagem renovados da geometria, revelando-se ajustado ao Ensino Básico (incluindo 3º Ciclo) principalmente pela sua facilidade e robustez em relação a variadíssimos tópicos que importa considerar naquele nível de ensino e que outros não incluem.

A interacção proporcionada por este software é uma potencialidade valiosa, permitindo ao utilizador um contacto muito directo, quase físico, com as construções que elabora, desenvolvendo-se raciocínio de elevado nível, quebrando-se abstracções que se instalam quando se realizam tarefas recorrendo ao cálculo e às fórmulas [9].

O Cabri permite ao aluno explorar uma construção, estabelecendo possíveis conjecturas e através da testagem chegar há solução correcta. Ao formular uma conjectura o aluno pode verificá-la para todos os casos que imaginar, utilizando os comandos do Cabri II que permitem averiguar a existência de propriedades, tentando realizar uma prova geométrica clássica. As principais propriedades disponíveis nos menus para verificação são: o alinhamento de três pontos (colineariedade); perpendicularidade e paralelismo entre duas direcções, rectas, segmentos de recta, vectores, lados de polígonos; equidistância entre pontos e pertença de um ponto a um objecto.

Por todas as suas características e potencialidades, o Cabri II é considerado um software que pode tornar as aulas de Matemática, principalmente o ensino e aprendizagem da geometria, mais vivas, dinâmicas e motivadoras, proporcionando aprendizagens significativas, promovendo o desenvolvimento do raciocínio, estimulando a imaginação e a criatividade, contribuindo para o desenvolvimento de competências de resolução de problemas e de estabelecimento de relações dos conteúdos com situações do quotidiano e com outras áreas disciplinares.

Ao aluno, pode proporcionar uma aprendizagem autónoma, responsável e independente, a partir de tarefas desafiantes e motivadoras, que lhe permitem um maior controlo sobre as suas acções e lhe facilita a comunicação com o professor e a interacção na sala de aula.

O Cabri II possibilita, ainda, a construção mais eficaz de conceitos geométricos, uma vez que permite ao aluno visualizar aspectos essenciais da matéria abordada, manipular directamente os objectos geométricos pesquisando propriedades e relações, elaborar conjecturas e respectiva testagem.

METODOLOGIA

O estudo de caso, com fortes aproximações à investigação-acção, assentou na planificação e implementação da Unidade Didáctica "Circunferência e polígonos: rotações" (que foi sofrendo alterações ao longo das 7 sessões dinamizadas), suportada pelo Cabri-Géomètre que foi explorado em díade, a partir de fichas de trabalho – 2 de "revisão" abrangendo conteúdos de anos transactos e 3 fichas sobre conteúdos a leccionar no 9º ano de escolaridade. Todas as aulas foram registadas em vídeo, recolhidos os documentos e artefactos relevantes, tomadas as notas significativas, num 'diário', e mantidas conversas informais, com os alunos, constituindo uma turma intacta, para clarificar aspectos específicos.

Descreve-se de seguida a dinâmica de sala de aula de algumas das sessões de trabalho para se poder ajuizar da adequação do Cabri-Géomètre a um ensino e aprendizagem inovadores de conteúdos geométricos, numa lógica construtivista, no seu mais variado espectro – construcionismo, sócio-construtivismo e mesmo construtivismo comunal [10].

ANÁLISE DE DADOS

Na primeira etapa da 1ª sessão de realização das fichas procedeu-se à reorganização dos grupos de trabalho, dado que uma das salas onde iria decorrer a experiência só admitia 10 computadores. Assim, a distribuição dos alunos foi feita de modo a existirem 8 grupos com dois elementos e 2 grupos com três.

De seguida, procedeu-se à entrega da ficha de trabalho n.º 1, cujo objectivo era, nomeadamente, recordar as propriedades dos paralelogramos, desta vez com recurso ao computador, utilizando o programa Cabri-Géomètre II.

A leitura do enunciado da primeira questão, que se prende com a definição de paralelogramo, gerou alguma discussão, uma vez que os alunos estavam esquecidos desta noção. Depois de alguns alunos pensarem nos casos particulares quadrado e rectângulo, um aluno referiu o caso geral de "*um rectângulo com dois lados oblíquos*". Deste modo, começaram a construção da figura. Tentaram desenhar rectas paralelas, sem auxílio do comando destinado a essa função tendo obtido aquilo que um aluno designou de "*linhas tortas*". De repente, um aluno exclamou, "*mas há um comando que faz rectas paralelas a outras dadas*", e todos os outros recordaram a aula de exploração livre no Cabri-Géomètre e construíram o paralelogramo.

Esta primeira tarefa foi muito demorada. Os alunos gastaram imenso tempo na construção do paralelogramo, o que inicialmente não estava previsto. No entanto, foi de grande importância para relembrarem algumas funcionalidades do Cabri II. Permitiu-nos também, tomar consciência que o envolvimento activo dos alunos na sua própria aprendizagem é um processo bem mais lento que o chamado 'método tradicional' em que o professor debita a matéria e o aluno escuta.

Por fim, dois grupos explicaram como obtiveram as suas construções. O primeiro construiu duas rectas horizontais paralelas e, de seguida, duas rectas verticais paralelas, enquanto que o segundo traçou duas rectas concorrentes e, de seguida, duas rectas paralelas àquelas. As construções dos restantes grupos eram idênticas, tal como os próprios referiram e a professora confirmou.

Passou-se à construção de uma das diagonais do paralelogramo e concluiu-se, em conjunto, que este ficava dividido em dois triângulos iguais porque um dos lados era comum e dois dos ângulos eram iguais, dado os lados correspondentes serem paralelos.

Com a ajuda do programa, mediram os comprimentos dos lados e as amplitudes dos ângulos e averiguaram que as afirmações anteriores eram verdadeiras. Para escreverem as suas considerações tentaram dar nome aos vértices do paralelogramo mas, rapidamente, descobriram que só poderiam utilizar a função '*rótulo*' se cada vértice estivesse definido por um ponto. Tentaram, de seguida, manipular o paralelogramo, aumentando-o e diminuindo-o, e verificaram que apenas alguns paralelogramos resistiam à manipulação. Após alguma discussão entre alguns grupos de trabalho conclui-se que só as construções que tinham sido iniciadas pela construção de duas rectas concorrentes eram alvo de manipulação. Alguns alunos perguntaram porque não lhes foi dada esta informação aquando da realização das suas construções e foi-lhes explicado que o objectivo era desvendarem, autonomamente, a diferença entre 'desenho' de uma figura e 'construção' dessa figura para concluírem que, só neste caso, em que se aplicavam as suas propriedades características, é que ela se mantinha resistente à manipulação.

Quando se pretendeu provar que nem todos os quadriláteros que tinham os lados iguais dois a dois eram paralelogramos, sugeriu-se, aos alunos, a construção de um papagaio. Estes discutiram, nos seus grupos e, posteriormente, com outros colegas, concluindo-se que, no papagaio, os dois lados 'superiores' eram iguais, assim como os lados 'inferiores'. Foram reflectindo em díade e/ou em pequeno grupo e expondo, no quadro, as suas ideias. Construiu-se um segmento de recta, na horizontal, traçou-se a sua mediatriz, marcou-se dois pontos sobre ela, um acima do segmento de recta e outro abaixo, com distâncias diferentes a este, e uniram-se aos vértices do segmento. A construção, no Cabri, levou bastante tempo mas, no final, o entusiasmo e o conhecimento que parece ter sido construído foram gratificantes. Apesar do estudo se ter atrasado, foi importante dar tempo aos alunos para construírem, sozinhos, as suas figuras e chegarem às suas próprias conclusões.

Os alunos que levaram mais tempo a resolver as tarefas coincidiram com os que apresentavam maiores dificuldades de aprendizagem na disciplina. Por isso, foi importante permitir-lhes atingir os objectivos autonomamente.

No final da sessão um aluno questionou, "*não é possível verificar, com o programa, se os lados do papagaio são paralelos*?". Foi então que descobriram o comando "*paralelas*" e, utilizando-o, averiguaram que o texto apresentado corroborava as conclusões obtidas.

Nesta sessão, a professora assumiu o papel de facilitadora da aprendizagem permitindo, aos alunos, trabalharem de forma autónoma, responsável e criativa nas tarefas propostas e na construção das figuras, moderou a discussão entre os grupos, no final de cada actividade realizada, e prestou alguns esclarecimentos quando solicitada.

Na sessão seguinte concluiu-se a realização da ficha de trabalho n.º 1, alterando-se a estratégia de discussão dos exercícios planificada. Esta mudança prendeu-se com o facto de alguns grupos resolverem os exercícios mais rapidamente que outros e ficarem à espera da discussão sobre o mesmo. Assim sendo, nesta aula, cada grupo efectuou as tarefas ao seu ritmo, questionando a professora quando necessário, a qual esclareceu as suas dúvidas e, só no final, se procedeu à discussão de todas as tarefas, em conjunto.

À medida que alguns grupos iam terminando a ficha, os grupos mais atrasados obtiveram o apoio dos colegas. Quando esta etapa terminou, passou-se à discussão da ficha, questão a questão, seguindo-se a ordem das mesmas.

Relativamente à tarefa que se seguia, que se prende com os ângulos opostos de um quadrilátero, depois de determinarem as medidas das amplitudes destes e de manipularem a figura, os alunos verificaram que os ângulos apresentavam as mesmas medidas de amplitude, visto serem de lados correspondentes paralelos. Recordaram esta definição da sessão anterior mas observaram, ainda, por manipulação do paralelogramo que, apesar dos lados aumentarem e diminuírem, não alteravam a sua posição logo, as medidas das amplitudes dos ângulos teriam de se manter iguais.

Quanto à propriedade recíproca, "se uma figura tiver ângulos opostos iguais ela é um paralelogramo?", rapidamente foi negada pelos alunos que relembraram o papagaio construído na sessão anterior. Assim, e por manipulação da figura, concluíram que as suas construções só seriam paralelogramos se tivessem os ângulos opostos iguais dois a dois.

No final, os alunos comentaram *"Professora este programa é muito útil porque não precisamos de estar sempre a construir figuras novas, como no papel. Para averiguar diferentes casos, basta manipular a figura construída e retirar as conclusões"*.

A tarefa seguinte relaciona-se com os ângulos consecutivos de um paralelogramo. Inicialmente, os alunos determinaram as medidas das suas amplitudes e não conseguiram concluir nada. Apenas comentavam que eram diferentes. Pediu-se que fizessem associações e tirassem conclusões. Após alguma discussão, um grupo exclamou, "professora a soma dos ângulos é 180º". Quando se pediu o nome atribuído àqueles ângulos ficaram atrapalhados porque já não se lembravam. Só mesmo com ajuda da professora relembraram designar-se suplementares.

Relativamente à propriedade, que se coloca, de seguida, em questão: "se os ângulos consecutivos de um quadrilátero são suplementares dois a dois, o quadrilátero é um paralelogramo?", os alunos começaram por seguir a sugestão e construíram um quadrilátero em que os ângulos suplementares eram iguais dois a dois. A construção não foi fácil, mas após todos os grupos a terem terminado e, por observação, das diversas figuras obtidas, os alunos concluíram ser verdadeira a propriedade, pois obtiveram ângulos iguais dois a dois e lados iguais e paralelos, dois a dois.

Finalmente traçaram as duas diagonais do paralelogramo e determinaram o comprimento dos quatro segmentos de recta em que se dividiam, concluindo-se que eram iguais dois a dois. Investigaram qual seria o ponto de intersecção das diagonais e, após alguma reflexão por parte dos grupos e manipulações da figura, concluiu-se ser o ponto médio. De seguida manipularam a figura para verificarem se a conjectura se mantinha e, para terminarem, provaram-no pela igualdade de triângulos.

Pela primeira vez apareceu a expressão 'justifica a tua conjectura' na ficha de trabalho e os alunos mostraram-se intrigados com o termo, pois nunca antes tinham ouvido tal expressão. Alguns afirmaram ser as respostas que davam às perguntas, mas não tinham certezas. Então, explicou-se que era provar uma hipótese formulada, porque enquanto não testassem a sua veracidade não poderiam afirmar ser verdadeira.

Construíram, ainda, o losango, à semelhança do papagaio, para provarem, juntamente com o quadrado e o rectângulo que, se as diagonais de um quadrilátero se bissectam, o quadrilátero é um paralelogramo. Ao obterem esta conclusão, rapidamente verificaram que estas figuras apresentavam todas as propriedades investigadas anteriormente para o paralelogramo. No entanto, procuraram determinar outras propriedades características de cada um deles, através de manipulações à figura. Descobriram, então, que, num quadrado, as diagonais são perpendiculares e iguais, num rectângulo são apenas iguais e num losango são perpendiculares.

Os alunos terminaram a ficha muito animados. A agitação inicial foi superada para dar lugar a uma aprendizagem motivada pela descoberta e exploração, com o auxílio do computador e do Cabri-Géomètre e, essencialmente, pela interacção entre os alunos e entre estes e a professora.

Na sessão seguinte, deu-se início à exploração da ficha de trabalho n.º 2 relativa aos triângulos e suas propriedades, tendo-se retomado a forma de trabalho da penúltima sessão visto que o rendimento desta se tinha revelado elevado e os alunos discutiam as suas construções e conclusões com maior facilidade.

Os alunos começaram por construir um triângulo, de vértices A, B e C, marcaram os ângulos internos do mesmo e determinaram as medidas das suas amplitudes. As construções ainda foram demoradas, apesar dos alunos já demonstrarem destreza ao nível dos comandos do Cabri.

Pediu-se para manipularem a figura e registarem as relações observadas entre os ângulos. Alguns alunos não conseguiram efectuar a manipulação, visto terem construído os seus polígonos na opção "polígono regular". Em resposta à pergunta "*Professora porque é que o nosso polígono não deixa mover apenas um vértice*?" explicou-se que teriam que utilizar outro comando para construir a figura porque com esse só se poderiam ampliar ou reduzir as figuras.

Para retirarem as primeiras conclusões foi necessário relembrar a definição de ângulos agudos e obtusos. De seguida, os alunos observaram que, quando o triângulo tem um ângulo obtuso, os outros dois terão que ser, obrigatoriamente, agudos, mas que é possível ter três ângulos agudos no mesmo triângulo, justificando as suas conjecturas pela soma dos ângulos internos de um triângulo.

Depois, manipularam a figura transformando-a num triângulo rectângulo e logo concluíram que só poderia existir um ângulo recto.

Tentaram movê-la para prosseguirem na resolução da ficha, mas não conseguiram porque as figuras '*desmanchavam-se*'. Assim, sugeriram a construção de um novo triângulo, que teria de ser construído através de duas rectas perpendiculares, para que o ângulo recto se mantivesse fixo.

Os alunos denotaram entusiasmo e motivação, principalmente por se sentirem livres na construção do seu conhecimento e porque estavam cada vez mais familiarizados com o programa, tendo resolvido a questão seguinte sem qualquer dificuldade.

Prosseguindo a tarefa, manipularam o triângulo para verificarem que o ângulo se mantinha fixo. Atribuíram medidas a um dos ângulos agudos e foram descobrindo a amplitude do outro. Fizeram experiências até que se chega ao resultado de 45º para cada ângulo, tendo-se concluído que se tratava de um triângulo isósceles porque, se dois ângulos eram iguais, então também os lados opostos verificariam essa igualdade.

Da construção retirou-se, ainda, a propriedade de que num triângulo rectângulo, a soma dos dois ângulos agudos é sempre 90º, porque a soma dos ângulos internos do triângulo é 180º.

De seguida foi-lhes indicado que construíssem um triângulo equilátero. Tentaram recordar as construções utilizadas nas aulas de Educação Visual, deram as suas sugestões, tentaram explicar os passos que tinham de dar, foram realizando algumas tentativas no computador, obtiveram, inicialmente, um triângulo isósceles e, de seguida, conseguiram obter o equilátero. Estando aptos a verificar outras propriedades, determinaram a amplitude dos ângulos que, tal como previram, mediam todos 60º. Averiguaram se os comprimentos dos lados eram iguais e, sem qualquer dúvida, o computador mostrou-o.

Para obterem as conclusões finais, determinam o comprimento dos lados de outros triângulos e verificaram que, ao maior ângulo corresponde o maior lado, que ao menor ângulo corresponde o menor lado e que a ângulos iguais correspondem lados iguais. Manipularam as figuras e comprovaram as suas conjecturas, verificando que o recíproco também era verdadeiro.

Terminaram, assim, mais uma sessão, em que explorando em grupo, discutindo com a turma e pedindo esclarecimentos à professora, resolveram as tarefas que lhes foram propostas, realizando uma aprendizagem autónoma e significativa.

Na sessão que se seguiu, os alunos retomaram o trabalho iniciado na sessão anterior e, concluíram a resolução da segunda ficha de trabalho. Partindo da segunda tarefa, na qual estava representado um triângulo e as respectivas medidas dos comprimentos dos lados, os alunos tinham, em primeiro lugar, de construir um triângulo definido pelas coordenadas dos pontos que representam os vértices. Foi a primeira vez que trabalharam com os eixos cartesianos do programa mas sabiam como apresentá-los no ecrã. No entanto, desconheciam a existência de uma grade, questionando "*Professora, e agora? Como marcamos os pontos? É de forma aproximada?*", pelo que se explicou como definir a grade. De seguida, marcaram os três pontos que estavam indicados na ficha e ligaram-nos por segmentos de recta obtendo um triângulo definido pelos seus vértices.

Esta tarefa tornou-se monótona para os alunos que, rapidamente, realizavam as suas construções e que tinham que aguardar para a sua discussão. Para ultrapassar esta situação, pediu-se aos grupos mais rápidos que fossem ajudar os colegas com mais dificuldades, mas sem lhes dar as soluções.

Terminadas as construções, discutiu-se a noção de triângulos semelhantes para que pudessem verificar se o triângulo dado e o construído eram, ou não, geometricamente iguais. Concluiu-se negativamente, determinando, com o Cabri-Géomètre, as medidas dos comprimentos do triângulo construído e comparando-as com as do triângulo dado.

De seguida, pedia-se que construíssem um triângulo geometricamente igual ao dado. Fizeram várias tentativas mas verificaram que a mais simples, neste caso, era com o auxílio do referencial e respectiva grade porque, se construíssem um segmento de recta, o medissem e o manipulassem dificilmente conseguiam acertar no valor exacto. Alguns alunos sentiram bastantes dificuldades nesta construção visto estarem a trabalhar com comandos que não lhes eram, ainda, familiares, pelo que se pediu aos colegas mais adiantados que os ajudassem sem, no entanto, lhes facultarem as respostas.

Na questão seguinte, propôs-se aos alunos a construção de um triângulo não geometricamente igual ao dado, mas com dois ângulos iguais. Começaram por determinar as medidas das amplitudes dos ângulos do triângulo anterior (geometricamente igual ao dado), para construírem o novo triângulo. Se os ângulos fossem iguais também os lados poderiam ser, mas como se pretendia que os dois triângulos não fossem geometricamente iguais teriam de obter reduções ou ampliações.

Prosseguindo a tarefa, os alunos mais adiantados foram induzidos a construir uma nova figura, semelhante à dada mas, neste caso, apenas sabendo a medida do comprimento de dois dos lados e a medida de amplitude do ângulo por eles formado. Fizeram diversas tentativas, discutiram com o grupo e com a turma e chegou-se à conclusão que tinham de construir os dois lados através de segmentos de recta, medi-los e manipulá-los até obterem o valor pretendido. De seguida, mediam o ângulo formado e manipulavam os lados até o ângulo apresentar o valor indicado. Acharam a tarefa divertida e tinham noção que, a cada sessão que passava estavam a evoluir nas suas aprendizagens e nas suas abordagens ao programa.

Para finalizar, pedia-se aos alunos para construírem um triângulo dadas as medidas dos três comprimentos dos lados. Esta construção tornou-se mais simples que as anteriores, porque os alunos traçavam os três lados e obtinham a figura por manipulação.

Após a construção das diversas figuras, compararam todos os triângulos construídos com o triângulo dado e concluíram quais os triângulos geometricamente iguais e quais os semelhantes. De seguida, verificaram o que acontecia aos ângulos dos triângulos construídos e concluíram que os ângulos mantinham a medida da sua amplitude, quer a figura fosse geometricamente igual, uma ampliação ou redução da dada.

Pediu-se uma síntese do trabalho elaborado, e os alunos descreveram os critérios de semelhança utilizados. Assim, por observação, manipulação e construção, conseguiram relembrar, por si, os três critérios de semelhança de triângulos.

CONCLUSÃO

Atendendo aos resultados da observação directa cruzados com as opiniões dos próprios alunos, conclui-se que o Cabri permitiu uma implementação apropriada das sessões descritas tendo em conta os interesses, o ritmo e aptidões dos alunos, possibilitando, deste modo, uma abordagem inovadora e significativa de tópicos de geometria.

Este software possibilitou que fossem activos na aprendizagem através, nomeadamente, da formulação e testagem de conjecturas, descoberta de propriedades, construindo, assim, o seu conhecimento. Permitiu uma aprendizagem significativa com base na realização de actividades de exploração e de investigação contribuindo para o desenvolvimento da autonomia, do espírito crítico, da imaginação e da intuição, proporcionando liberdade total nas abordagens às tarefas.

Por outro lado, fomentou interacções efectivas entre professor e aluno(s), permitindo, ao professor exercer, essencialmente, uma função de 'coach'.

Lamentavelmente, uma multiplicidade de factores e pressões pessoais, institucionais e mesmo sociais, nem sempre se compadece com este tipo de práticas que poderiam conduzir a uma situação de sucesso quer escolar quer mesmo educativo.

REFERÊNCIAS

[1] Aarnes, F & Knudtzon, S., "Conjecture and discovery in geometry", 2003, http://www.msi.vxu.se/picme10/F5AJ.pdf (acedido em 5/10/2004).

[2] Afonso, C., "As fases de aprendizagem do modelo de van Hiele – uma experiência no ensino da geometria com futuros professores do 1º Ciclo", 2002. Braga: Universidade do Minho. Instituto de Educação e Psicologia (Dissertação de Mestrado).

[3] Junqueira, M., "Conjecturas, provas, geometria e computadores: como interligar", *Actas do ProfMat 95*, 1995, pp 85-95. Lisboa: APM.

[4] Silveira, B., "Cabri, Cinderella e Sketchpad", *Educação Matemática* (70), 2002, pp 5-9. Lisboa: APM.

[5] Veloso, E., "Cabri, Cinderella e Sketchpad", *Educação Matemática* (70), 2002, pp 5-9. Lisboa: APM.

[6] Boieri, P. & Ramassotto, A., "Da Cabri 1.7 a Cabri II", 1997, http://kidslink.bo.cnr.it/geom/dacabri1.html (acedido em 5/10/2004).

[7] Veloso, E., "Software dinâmico: uma abordagem estimulante no ensino da geometria", *Actas do ProfMat 95*, 1995, pp 53-64. Lisboa: APM.

[8] Indovina, G., "Gli strumenti classici della geometria ed il Cabri-Géomètre", 1999, http://math.unipa.it/~grim/indovina.pdf (acedido em 5/10/2004).

[9] Boieri, P., "Cabri-Géomètre: un software per l'apprendimento della geometría", 2004, http://www.fardiconto.it/cabrirrsae/bollettini/doc/boll_01.pdf (acedido em 5/10/2004).

[10] Cabrita, I., "'Imagens de Interculturalidade' na recriação de um ambiente comunal de aprendizagem", Associação Nacional de Professores (Secção de Castelo Branco), *A escola que aprende: Tecnologias, Informação e Conhecimento, Actas das XIII Jornadas Pedagógicas e VIII Transfronteiriças*, Castelo Branco, 18 e 19 de Março de 2004, RVJ Editores, 2005, pp. 83-108.