



# Análise de um ambiente dinâmico de geometria dinâmica – Cabri-Géomètre II

**Isabel Cabrita**

DDTE - Universidade de Aveiro  
icabrita@dte.ua.pt

**Renata Silva**

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

## 1 Introdução

A inevitabilidade da utilização de *software* em contexto<sup>1</sup> educativo e a facilidade da sua produção fazem com que proliferem no mercado documentos, especificamente concebidos com fins educativos ou que os professores transferem para esse contexto, que apostam em aspectos técnicos e estéticos em detrimento de valências científicas e didácticas, a que o elevado poder económico das empresas produtoras, que visam essencialmente o lucro, e a homogeneidade da composição das equipas, no geral constituídas por informáticos e profissionais de design, não são alheios.

Tal situação e, no sentido de apoiar os professores na árdua tarefa de selecção de *software* a usar em ambiente de formação, tem impulsionado a criação de inúmeros instrumentos (alguns deles propostos pelas próprias empresas produtoras de *software*), habitualmente na forma de listas de verificação ou de grelhas, ditos de 'avaliação'.

No entanto, tais documentos, geralmente, só são adaptados ao *software* existente na altura, tendo, portanto, que sofrer alterações para se ajustarem a novas tipologias que vão aparecendo. Além disso, e à semelhança do que acontece com o próprio *software*, assentam, no geral, em parâmetros técnicos e estéticos; não obstante a sua extensão, não permitem evidenciar diferenças significativas entre *software*, nomeadamente porque propõem a atribuição do mesmo peso (quantitativo) a todos os parâmetros, independentemente dos objectivos que se perseguem e não distinguem os processos de 'revisão', 'selecção' e 'avaliação', com todas as vantagens que daí advém, como veremos mais adiante.

Neste contexto, surge uma proposta avançada por David Squires & Anne McDougall (1994, 2001) que, segundo os mesmos autores: distingue, nitidamente, aqueles vários processos - 'revisão', 'selecção' e 'avaliação' - de *software* a explorar em contexto educativo, centrando-se nestes 2 últimos; é resistente a qualquer tipo de *software*; não é datada; coloca a ênfase em aspectos educativos e permite evidenciar importantes diferenças entre *software*, principalmente por sugerir uma descrição dos aspectos contemplados. Tal proposta é centrada no paradigma da interacção entre as perspectivas dos principais intervenientes na utilização de *software* em contexto educativo, a saber o 'designer', o 'professor' e o 'estudante'.

Por outro lado, a Geometria é uma área que tem levantado muitos problemas ao nível quer do processo de ensino quer do processo de aprendizagem. Tal situação e, no sentido, nomeadamente, de a minorar, tem levado ao surgimento de *software* específico para a sua abordagem, algum dele criado por equipas multivalenciais.

É o caso do Cabri-Géomètre cujo desenvolvimento conta, presentemente, com informáticos, matemáticos, didactas e, inclusivamente, alunos, numa perspectiva do 'User Centered Design' (Cox & Walker, 1993; Shneiderman & Plaisant, 1998; Katz-Haas) ou mesmo de 'Participatory Design' (Schuler & Namioka, 1993).

Não obstante os estudos de que tem sido alvo e que poderão levar à consideração do seu potencial valor educativo, em Portugal tem havido escassa investigação 'com', 'sobre' e 'para' o Cabri-Géomètre, principalmente ao nível do 9º ano de escolaridade e principalmente integrando a proposta de Squires & McGougall.

Neste contexto, o estudo que se desenvolveu persegue como principais finalidades:

- analisar o Cabri-Géomètre, versão II para português, à luz do paradigma de interacção das perspectivas do 'designer-aluno', 'designer-professor', 'professor-aluno(s);
- criticar a proposta de Squires & McGougall;
- avaliar o impacto da utilização do Cabri-Géomètre II junto do público-alvo<sup>2</sup>. Por outras palavras, confirmar ou rejeitar as hipóteses levantadas na etapa anterior.

Este texto incidirá, essencialmente, sobre os primeiros objectivos referidos.

### Considerações teóricas

Importa, num primeiro momento, explicitar qual a distinção, segundo Squires & McGougall (1994), entre os processos de revisão, selecção e avaliação:

*"By selection we mean the assessment of software by teachers in anticipation of its use with groups of students in classrooms or with individual students. For practical reasons software selection (...) is usually done with/out the opportunity of seeing students use the materials. (...)*

*We shall describe as reviewing educational software the process of assessing it to write a summary of its features and characteristics for the information of others who are involved in software selection. In this sense reviews is a form of selection. To complete a review, the reviewer goes through a process similar to that undertaken during selection, but review is carried out with much larger and more diverse audience in mind. Reviews can be used as a first step in selection." (3/4).*

Os mesmos autores distinguem duas fases do processo avaliativo - durante o desenvolvimento do próprio software (formativa), ou durante a exploração da versão definitiva (sumativa). É a esta segunda etapa que, no âmbito deste trabalho, nos vamos referir e que os autores definem como:

*"Summative evaluation, after publication, is concerned with the quality and variety of experiences that the software can support. (...) evaluation involves observation of the actual use of the package by students" (id: 4).*

Assim, ao nível da selecção ou análise, e principalmente na que respeita aos aspectos didácticos, aqueles que se irão valorizar neste texto, não se poderá avançar muito para além de suposições, expectativas, acerca do impacto do software junto do público-alvo. Tais suposições ou expectativas poderão ser mais ou menos fortes, mais ou menos fundamentadas, dependendo duma série de factores, nomeadamente - conhecimento profundo desse e de outros softwares; conhecimento sólido acerca do público-alvo; experiência ao nível da sua exploração noutras situações e contextos. Será o processo avaliativo (sumativo) que permitirá confirmar ou recusar as hipóteses avançadas. É primordial fazer-se esta distinção.

O paradigma que aqui se adopta evidencia as interacções: 'designer-professor', 'designer-estudante', e 'professor-estudante', tal como retratado na figura 1:

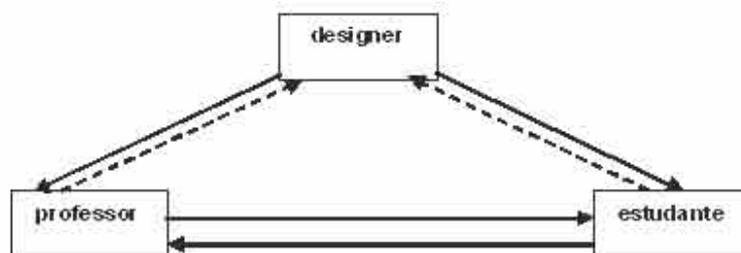


Fig. 1 Paradigma de interacção entre as perspectivas do designer, do professor e do estudante.

<sup>1</sup>No âmbito deste documento englobam-se na expressão 'software' ambas as possibilidades.

<sup>2</sup>O estudo desenvolveu-se numa turma do 9º ano de escolaridade, a propósito da unidade didáctica - Circunferência e polígonos: rotações.

Por estudante "we mean the person or persons whose learning is to be in some way facilitated or enhanced by interaction with the environment in which *software* is used. (...) it is possible to consider the ways in which students use *software* in more general functional terms. This way of thinking, about the general of typical student, is used by *software* designers in planning learner interfaces and other features of programs. It must also, to some extent, be used by teachers in selecting computer/based learning materials for student use."(Squires & McDougall, 1994: 68/69).

Também professor é aqui entendido em sentido lato, - "the person who guides, in whatever way and to whatever extent, the learning taking place in a computer/assisted learning environment. (...) As with students, although there is enormous variety among teachers and the way in which they interact with educational *software*, it is possible - and often helpful - to think in a functional way about a generalized teacher in the computer/assisted learning environment" (id: ib.).

Finalmente, designer inclui "all of the functions associated with design of educational *software*, from its conception to its completion. These include devising the initial idea for a program, designing the user interface and screen displays, writing the program code, preparing the documentation, trialling and so one."(id: ib.).

Relativamente à interacção '*designer-aluno*', o que está em causa, no processo de análise ou selecção, é verificar qual foi a teoria ou perspectiva de aprendizagem que o *designer*, intencional ou inconscientemente, explícita ou implicitamente adoptou na criação do *software* - se uma tendência mais *behaviorista* ou de pendor construtivista. Beichner and Schwartz (1999) apresentam uma proposta que, embora integrando uma taxonomia de *software* muito redutora, relaciona o uso de algum tipo de *software* com a teoria de aprendizagem subjacente, que designam de filosofia de ensino (ver figura 2).



**Fig. 2** Relação entre o uso de *software* e a teoria de aprendizagem subjacente, segundo Beichner and Schwartz.

Para facilitar a difícil tarefa de determinar a predominância de uma teoria em detrimento de outra, Squires & McDougall sugerem a consideração, simultânea, de heurísticas baseadas em três aspectos do *design* - controlo, complexidade e desafio. Assim, um nulo ou reduzido controlo do *software* por parte do utilizador, que assume, assim, uma posição extremamente passiva; um material muito estruturado, apresentado em formatos muito simples, passo a passo, que potencia a possibilidade de obtenção de reforço positivo e recompensas artificiais extrínsecas para uma acção pouco ou nada desafiante, apontam uma tendência *behaviorista*. O oposto destas afirmações, remetem para uma postura construtivista.

Embora Squires & McDougall não explicitem as variantes que se poderão integrar no construtivismo, poderemos analisar, mais especificamente, em que medida é que o *software* permite uma exploração condizente com um paradigma: cognitivista, defendido, nomeadamente, por Piaget; construcionista, tal como explicitado por Papert; sócio-construtivista, expressão que, inevitavelmente, remete para Vigotsky e, pela consideração de outros factores, para Lave, ou mesmo construtivista-comunal, segundo Bryn Holmes (ver figura 3).

Grande parte da aprendizagem resulta de actividades envolvendo interacções sociais. No que respeita à relação '*professor-estudante*' o foco principal da análise serão as interacções que o *software* pode suscitar, quer aquando da sua exploração ou a propósito dela, entre o professor e o(s) alunos(s) e entre estes.



**Fig. 3** Teorias e perspectivas de aprendizagem.

Tais interações remetem para a problematização de novos papéis quer para o professor quer para o aluno. Relativamente ao primeiro, poder-se-ão distinguir, nomeadamente, o de 'gestor' - das actividades, dos espaços, dos grupos, do tempo, ...; o de 'coach' - apoio, mais personalizado, a determinado grupo, enquanto os outros alunos vão realizando as suas tarefas; o de 'investigador' - que permite estar atento a uma série de vantagens e constrangimentos causados pela exploração do *software*, que poderá ser uma ajuda para o próprio professor ou para outros com quem se partilhe a experiência e o de 'facilitador' - muitas vezes ajudando a distinguir o essencial do acessório, interrogando, dando pistas, dando sugestões, ....

Finalmente, em relação à perspectiva designer-professor e não obstante Squires & McDougall (1994, 2001) atenderem, em particular, aos conteúdos e aos processos, importa equacionar, em nossa opinião, se o *software* reflecte, implícita ou explicitamente, todas as dimensões do curriculum. Mais concretamente, deve-se questionar sobre se a perspectiva do designer se adequa à perspectiva do professor, a quem se reconhece o direito e o dever de exercer uma reflectida e crítica gestão desse currículo, no que respeita:

- à filosofia e princípios;
- às competências que os alunos deverão desenvolver;
- aos conteúdos de suporte;
- aos métodos/estratégias que se pretendem adoptar;
- ao tipo de avaliação que se quer praticar.

No que respeita, agora, ao *software* adoptado para a abordagem da geometria, importa salientar que o Cahier de Brouillon Interactif - Cabri-Géomètre - foi concebido por uma equipa, liderada por um matemático e cientista em computação, Jean-Marie Laborde, e que contou com o apoio de outros dois cientistas da computação, Philippe Cayet e Yves Baulac, e de um especialista em Educação, Franck Bellemain, do Laboratoire de Structures Discrètes et de Didactique do IMAG (Institut d'Informatique et Mathématiques Applique), da Universidade Joseph Fourier, em Grenoble, França. O projecto que esteve na base da criação de tal Ambiente (dinâmico) de Geometria Dinâmica (AGD) foi financiado pelo Centro Nacional de Investigação Científica (CNRS), de França.

A primeira versão do Cabri data de 1988 tendo, desde então, sofrido diversas reformulações que deram origem a novas versões mais completas e aperfeiçoadas, com elevado número de potencialidades e funções adicionais, aparecendo traduções em diversas línguas como francês, inglês, português.

Após a primeira versão de 1988, para a plataforma Macintosh, surge outra um pouco melhorada, a versão Cabri 1.7 para o MS-DOS, seguida do Cabri II, para ambas as plataformas, com novas utilidades e

capacidades (Boierí e Ramassotto, 1997). Presentemente, já está disponível a versão Cabri 3D (ver site oficial <http://www-cabri.imag.fr/>).

O layout do Cabri-Géomètre II (versão portuguesa) é o que se apresenta na figura 4.

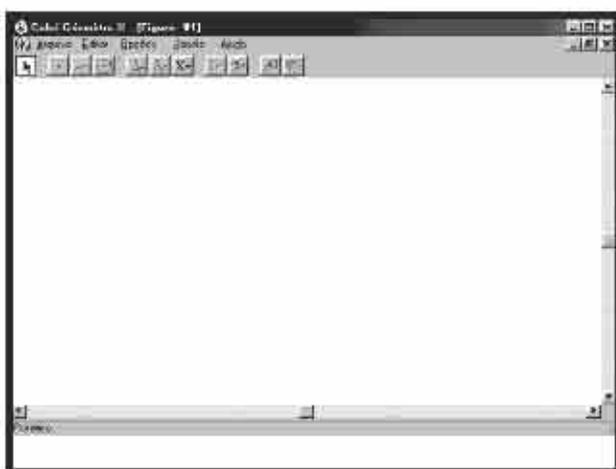


Fig. 4 Interface do Cabri-Géomètre II (versão portuguesa)

Esta versão foi completamente repensada de um modo que Laborde caracteriza como "incontextual", combinando o tradicional menu textual, que apresenta cinco tópicos (arquivo, editar, opções, janela e ajuda) com uma barra de ferramentas 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 (Boierí e Ramassotto, 1997).

A interface revela-se muito simples, apresentando menus descendentes aos quais se acede com o rato. O primeiro menu - 'arquivo' -, exibe comandos, basicamente, para abrir, fechar, salvar ou imprimir construções (figura 5).

O menu 'editar' contém comandos, essencialmente, para seleccionar ou copiar objectos ou construções, actualizar a janela de desenho ou exibir novamente as construções e permite reproduzir, passo a passo, uma construção pela ordem em que os objectos foram seleccionados, apresentando, a tracejado, os que foram escondidos mas não exibindo os que foram eliminados ou os deslocamentos realizados (figura 6).



Fig. 5 Menu "arquivo" do Cabri II.

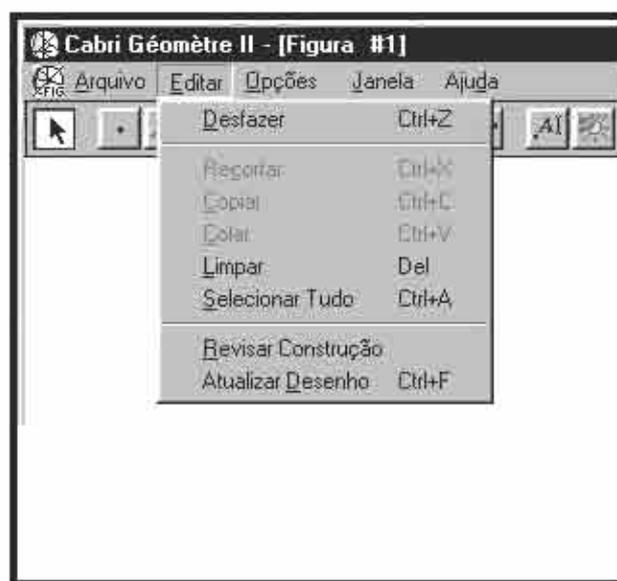


Fig. 6 Menu "editar" do Cabri II.

A partir do menu 'opções' pode-se exibir ou esconder uma barra de atributos que controla a aparência dos objectos; definir preferências para configurar o desenho e reorganizar ou esconder ferramentas possibilitando a modificação de menus de acordo com os níveis escolares a leccionar e as necessidades específicas (figura 7).

O menu 'janela' apresenta opções para diferentes formas de exibição no Windows (figura 8).



Fig. 7 Menu "opções" do Cabri II.

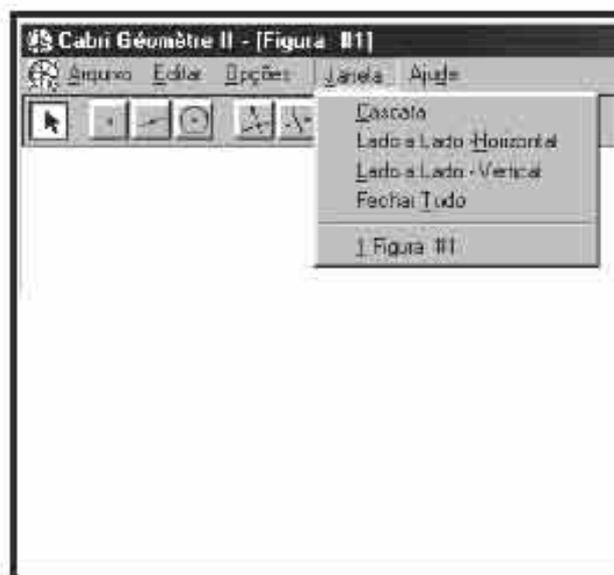


Fig. 8 Menu "janela" do Cabri II.

Em relação ao menu 'ajuda', este disponibiliza explicações para cada tópico em que se decompõem os menus da barra de ferramentas.

Para além da barra de menus, o Cabri apresenta uma outra com onze caixas de ferramentas (ícones), que se ilustra na figura abaixo, através das quais se realizam as construções geométricas (figura 9).

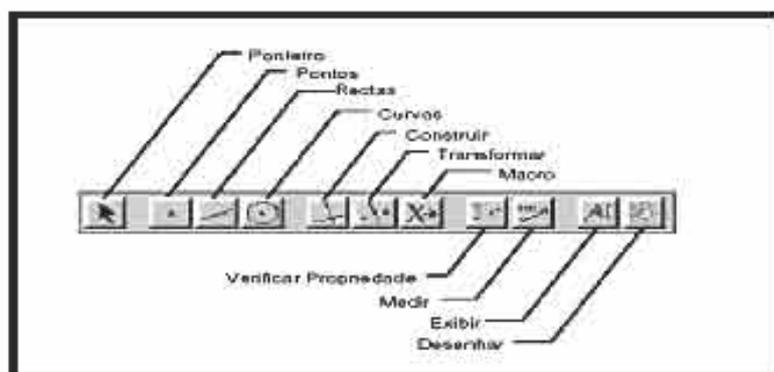


Fig. 9 Caixas de ferramentas do Cabri II

Cada ícone da barra de ferramentas é constituído por um conjunto de comandos que permite construir os objectos que formam a figura final. Estes comandos têm funções específicas que se ilustram e descrevem de seguida.

O primeiro ícone, ponteiro, permite seleccionar, mover e manipular objectos, tomando possível, através das restantes opções, aplicar uma rotação, uma ampliação, uma redução ou uma rotação e ampliação em

simultâneo, a um objecto, em torno de um ponto seleccionado ou do seu centro geométrico (figura 10). De notar que, no Cabri, se segue sempre a lógica "primeiro o verbo, depois o substantivo" ou seja, primeiro selecciona-se a construção ou operação e depois o(s) objecto(s) Veloso (2002) o que pode facilitar a manipulação e a compreensão das acções (Silveira, 2002).

O segundo ícone, ponto, permite a construção de pontos e, de acordo com a opção seleccionada, pontos livres, sobre objectos ou de intersecção de dois objectos (figura 11).



Fig. 10 "Ponteiro" do Cabri II.

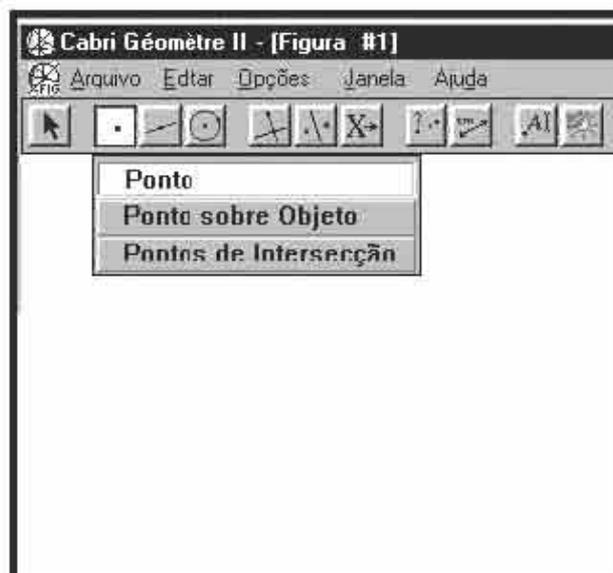


Fig. 11 "Ponto" do Cabri II

A partir do terceiro ícone, rectas, constroem-se objectos rectilíneos que, dependendo da opção, podem ser rectas, segmentos de recta, semi-rectas e vectores, bem como triângulos, polígonos e polígonos regulares, o que nem todos os AGD's permitem (figura 12).

Já o quarto ícone, curvas, permite construir circunferências, arcos ou cónicas (figura 13).



Fig. 12 "Rectas" do Cabri II



Fig. 13 "Curva" do Cabri II

O quinto ícone, *construir* (figura 14), possibilita a realização de construções da geometria Euclidiana, através da criação de rectas perpendiculares ou paralelas, da construção do ponto médio, da mediatriz, da bissetriz, da soma de vectores e de lugares geométricos, permitindo ainda realizar funções de compasso e de transferência de medidas.

O sexto ícone, *transformar*, assenta na elaboração de transformações geométricas, como simetria axial e central, translação, rotação, homotetia e inversão (figura 15).



Fig. 14 "Construir" do Cabri II



Fig. 15 "Transformar" do Cabri II

O sétimo ícone, *macros* (figura 16), permite construir e adicionar novas macros às já existentes. Através deste comando, o utilizador pode incorporar as suas construções no menu, junto das pré-definidas, tendo, para tal, de determinar os objectos iniciais e os objectos finais em que assenta a construção, criando uma macro, que poderá utilizar em situações futuras quando pretender construções semelhantes, evitando trabalho repetitivo.

Relativamente ao oitavo ícone, *verificar propriedade*, este permite verificar um conjunto de propriedades como a colinearidade entre três pontos, o paralelismo e perpendicularidade entre rectas, a equidistância entre três pontos e a pertença de um ponto a um objecto (figura 17).

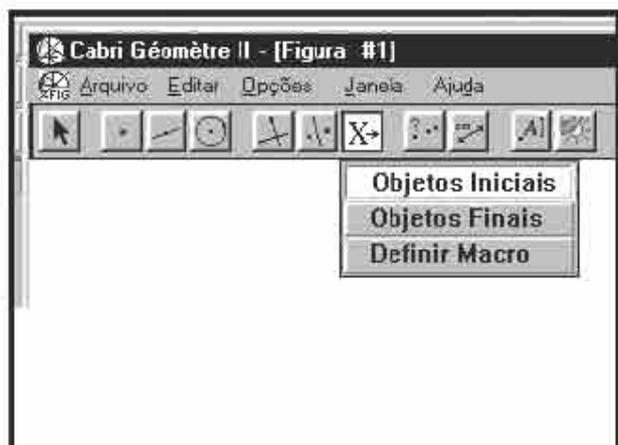


Fig. 16 "Macros" do Cabri II

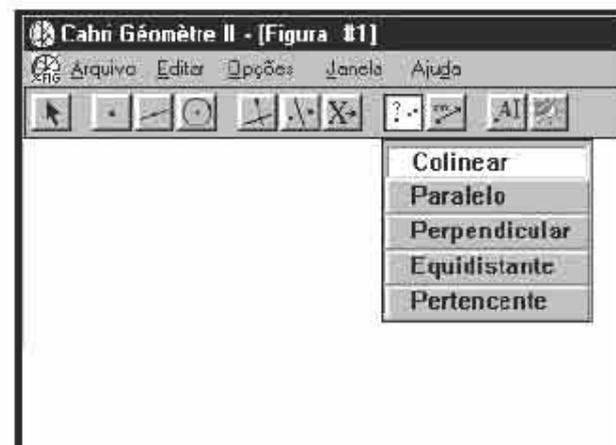


Fig. 17 "Verificar" do Cabri II

O nono menu, *medir* (figura 18), permite efectuar medidas e cálculos, mostrando a distância entre dois pontos, o comprimento de um segmento, a área de um polígono, a inclinação de rectas, segmentos, semi-rectas ou vectores, a amplitude de um ângulo, as coordenadas de um ponto, a equação de uma recta, apresentando uma calculadora e uma tabela de dados. O décimo menu, *exibir*, permite escrever rótulos ou comentários, bem como edições numéricas, colocar marcas de ângulo e fazer animações (figura 19).

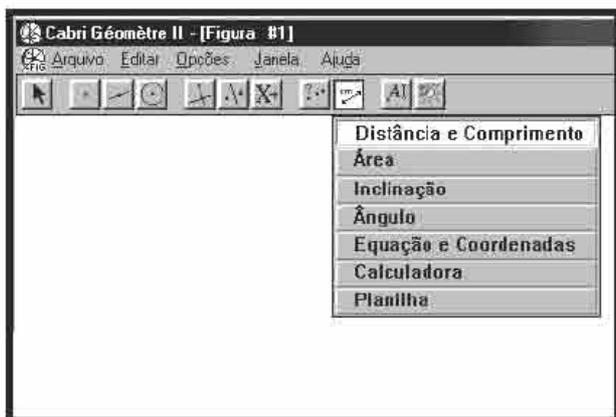


Fig. 18 "Medir" do Cabri II

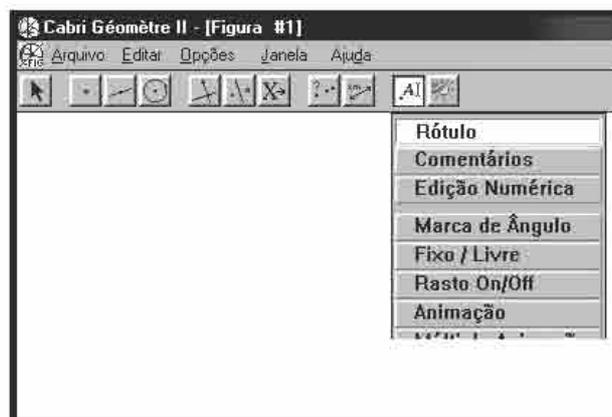


Fig. 19 "Exibir" do Cabri II

O décimo primeiro menu, *desenhar*, possibilita a modificação da aparência dos objectos - cor, espessura e pontilhado -, permite esconder ou mostrar objectos e eixos coordenados e definir uma grade para os eixos (figura 20).

Resumindo, o Cabri-Géomètre II permite, nomeadamente:

- executar rotinas da geometria euclidiana - traçado de segmentos, rectas e circunferências, perpendiculares e paralelas, determinação de ponto médio, determinação de intersecções entre rectas, entre circunferências e entre rectas e circunferências, traçado de bissetrizes, etc., e colocar legendas junto desses objectos construídos pelo programa;
- efectuar transformações geométricas - translação, rotação, simetria e homotetia;
- executar rotinas da geometria euclidiana - traçado de segmentos, rectas e circunferências, perpendiculares e paralelas, determinação de ponto médio, determinação de intersecções entre rectas, entre circunferências e entre rectas e circunferências, traçado de bissetrizes, etc., e colocar legendas junto desses objectos construídos pelo programa;
- efectuar transformações geométricas - translação, rotação, simetria e homotetia;
- efectuar e escrever no ecrã resultados de medições habituais em geometria - distâncias, amplitudes de ângulos, declives de rectas, áreas de polígonos e circunferências, etc.
- mediante uma calculadora incluída no programa, calcular e escrever o resultado de operações elementares e transcendentais (...) efectuadas sobre as medidas anteriores (Veloso, 1995).

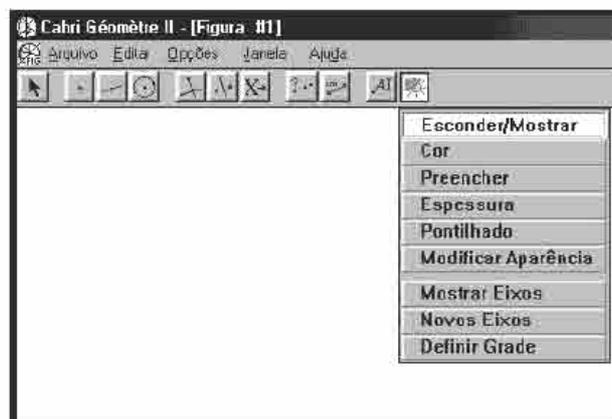


Fig. 20 "Desenhar" do Cabri II

As principais potencialidades do Cabri-Géomètre II prendem-se, ainda, com o facto de permitir:

- propriedades - de objectos geométricos (pontos, rectas, polígonos, circunferências, ...);
- actualizações em tempo real e;
- validar experimentalmente situações geométricas.

De realçar, finalmente, que o Cabri é um AGD que permite estabelecer interessantes conexões entre a Geometria euclidiana e analítica e a Álgebra e as Funções já que permite, nomeadamente, o acesso a um sistema de eixos, com possibilidade de marcação de pontos e circunferências e construção de equações cartesianas admitindo a deslocação da origem, a modificação da unidade de medida do sistema e a introdução de coordenadas polares.

### **Análise do Cabri-Géomètre II**

Principalmente o conhecimento directo do Cabri-Géomètre II por parte das investigadoras, o perfil da equipa que o criou e os diversos trabalhos visitados admitindo este A(D)GD como objecto de estudo levam-nos a crer da sua resistência a qualquer processo de certificação, entendida na lógica do processo de revisão tal como definido por Squires & McDougall (1994, 2001).

No entanto, importa agora partilhar o resultado do processo de selecção ou análise (termo que as autoras do presente artigo preferem), a que o Cabri II foi submetido, de acordo com o paradigma proposto por aqueles autores, no que respeita a Unidade Didáctica em estudo - Circunferência e polígonos: rotações - e tendo em vista as características dos principais participantes na parte experimental da investigação - professora e alunos - e intenções da docente, explicitadas na Planificação da Unidade Didáctica.

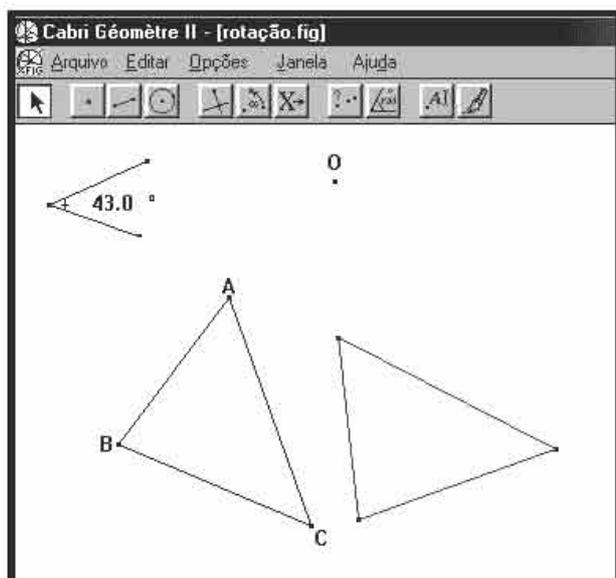
### **Perspectiva de interacção designer-aluno**

Atendendo às características, já enunciadas, do Cabri II, e não obstante se estar a lidar com um domínio bem estruturado - a geometria -, este *software* apresenta um nível de complexidade bastante elevado. Note-se que 'complexidade' está intimamente relacionada com 'estruturação' dos conteúdos. Assim, um *software* será tão mais complexo quão menos estruturada se apresentar a informação. Por outras palavras, um *software* pouco complexo apresentaria conteúdos numa forma muito compartimentada, atomizada, evoluindo-se, rígida e linearmente, das noções mais simples para as mais complexas, das mais concretas para as mais abstractas.

Ora o Cabri II é um *software* de 'open-ended use' (Wellington, 1985), um ambiente completamente 'aberto', livre de conteúdos, possibilitando, por manipulação dos objectos matemáticos que admite e que permitem a construção de outros, a realização de tarefas complexas, de ordem superior, que evidenciem múltiplas conexões intra-geometria, entre este campo e outros ramos da matemática, de outras ciências e mesmo do dia-a-dia e que favoreçam uma visão holística e global da matéria em estudo. Pode suportar complexas tarefas de investigação, a formulação e teste de conjecturas, por muitos considerada a actividade central de criação matemática (cf, p.e., Schwartz et al, 1985).

Por exemplo, o aluno poderá ser desafiado a explorar as propriedades da transformação rotação. Para tal deverá ser levado a equacionar quais os elementos necessários para realizar tal transformação - para além do objecto a transformar, será necessário um ponto (centro da rotação) e a medida da amplitude do ângulo de rotação. Veja-se o exemplo da rotação de um triângulo [ABC], de centro O e amplitude  $43^\circ$  (figura 21). O aluno começará, então, por construir o triângulo, ícone rectas, comando triângulo e definir os vértices A, B e C, no ícone exibir, comando rótulo. De seguida construirá o ângulo através de dois segmentos de recta, ícone

rectas, comando segmento, e determinará a medida da sua amplitude pelo ícone medir, comando ângulo, podendo ajustar a medida consoante o que pretende. Terá, ainda, de marcar o ponto O, ícone pontos, comando ponto, num local do ecrã. Construídos os elementos necessários, aplicará, ao triângulo, uma rotação de centro O e amplitude  $43^\circ$ . Esta operação é realizada através do ícone transformar, comando rotação.



**Fig. 21** Rotação de centro O e de  $43^\circ$  do triângulo [A, B, C] no Cabri II.

Efectuada a construção o aluno poderá comparar os comprimentos dos lados, a medida da amplitude e o sentido dos ângulos da figura inicial e final retirando conclusões que podem ser verificadas quando manipulada a figura inicial e observando-se que todas as alterações desta se reproduzem na figura final. Deverá, ainda, verificar se as propriedades se mantêm noutros polígonos.

As actividades poderão e deverão ser, efectivamente, decididas e executadas pelos alunos, ao seu próprio ritmo e de acordo com as suas necessidades e interesses, o que nos remete para níveis de controlo também eles extremamente elevados, envolvendo-se, o aprendente, activamente, na construção do seu próprio conhecimento.

O desafio é, assim, intrínseco às próprias tarefas e à acção exercida sobre elas. A recompensa advém do sucesso na resolução das tarefas. De facto, contrariamente a uma grande parte do software dito

'educativo', no Cabri II não se encontram recompensas ou penalizações artificiais, que frequentemente assumem a forma de pontuação, ou de um som. Por outro lado, o desafio também não é conseguido pelo ultrapassar de diversos 'níveis', no geral de complexidade crescente, que muitos software integram no módulo 'lúdico'. O Cabri II também não dá *feedback*, uma informação, directos acerca da correcção ou erro de determinada acção. A incorrecta construção de um hexágono regular poderá ser percebida pelos alunos, por exemplo, pelo facto de não resistir à manipulação.

Pela consideração dos três vectores, em simultâneo, a perspectiva de aprendizagem subjacente à criação do Cabri II parece ser a construtivista. De facto, o aprendente poderá assumir um papel activo na construção do conhecimento pela interacção com o próprio saber. No entanto, tal interacção é mediada pelo próprio computador permitindo que o aluno interaja com os objectos matemáticos que a aplicação permite construir e manipular. Deste modo a preocupação centra-se na construção, não só da compreensão mas também de artefactos. (Trinity College, 2002) e o aluno ao 'ensinar' o computador, também reconstrói o seu próprio conhecimento ou constrói novo conhecimento. Tal visão remete-nos para a consideração da perspectiva construcionista da aprendizagem, tal como defendida por Papert.

### **Perspectiva de interacção professor-aluno**

De acordo com a planificação da unidade didáctica que se trabalhou no âmbito da investigação desenvolvida, e dado que o Cabri o permite, a maior parte das actividades a desenvolver pelos alunos integram-se no tipo 'reading, doing and talking' e, inevitavelmente, 'thinking', de acordo com a proposta de Lewis, 1986 (in Squires & McDougall, 1994). De facto, e dado tratar-se de um software 'livre', é inevitável que o seu uso seja instigado por documentos auxiliares, nomeadamente na forma de fichas de trabalho. A propósito, é de referir que o

próprio manual deste AGD vem acompanhado por dois outros livros que integram propostas da exploração para os vários níveis escolares.

As tarefas foram pensadas de modo a ser resolvidas por recurso ao Cabri II, preferencialmente em díade ou em pequenos grupos e, de acordo com as dinâmicas de sala de aula que se pretendia fomentar, partilhada a sua resolução com os demais colegas e professor, adoptando-se uma perspectiva sócio-construtivista da aprendizagem, tal como defendida por Vygotsky ou mesmo construtivista comunal, de acordo com Bryn Holmes.

Com tal exploração que o software permite, espera-se que aluno assuma um papel muito mais responsável pela sua aprendizagem e seja mais interventivo na sala de aula, interagindo com os colegas e com o professor. Por sua vez, espera-se que o professor possa assumir o papel do 'gestor', de 'coach', de 'investigador' e de 'facilitador' das aprendizagens, por oposição a um professor que assume o papel principal no processo de ensino e de aprendizagem, fonte do saber, transmissor da informação que os alunos 'bebiam' passivamente.

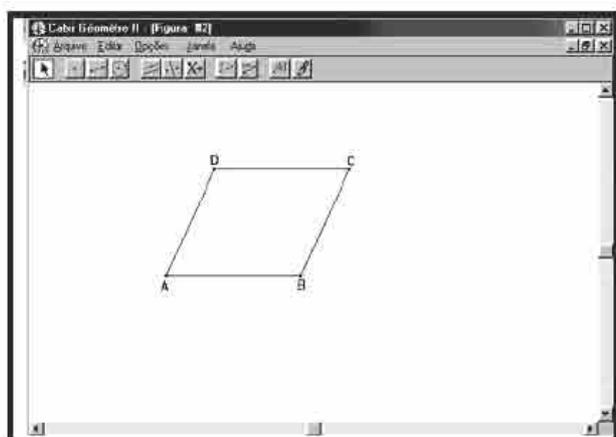
### **Perspectiva de interacção designer-professor**

Atendendo ao anteriormente exposto, a perspectiva do designer que esteve na base da concepção e criação do Cabri, parece ser compatível com os princípios defendidos pelas investigadoras, nomeadamente - que o aluno deve assumir um papel fundamental e activo no processo de construção do conhecimento não só na interacção com o próprio saber, mas na interacção com os próprios artefactos que constrói e com os 'outros' - colegas e professor; que o professor tem o dever e o direito de se assumir como um verdadeiro 'gestor do currículo'; que as tarefas propostas devem ser desafiantes, de nível superior; que a avaliação deve ser integrante no próprio processo de ensino e de aprendizagem. Embora tenhamos fortes suspeitas de que isso acontecerá, importa ainda equacionar se o Cabri II contribuirá, realmente, para o desenvolvimento das competências que se definiram, nomeadamente: desenvolver a capacidade de resolver problemas, raciocinar, conjecturar, argumentar, comunicar matematicamente, e interagir com os colegas e professor; criar/desenvolver uma visão mais positiva da Matemática; desenvolver a autonomia, o espírito crítico e a confiança em si próprio, a curiosidade e o gosto de aprender, bem como, o espírito de tolerância e de cooperação necessários ao trabalho de grupo; relacionar as amplitudes dos ângulos ao centro e ângulos inscritos com as amplitudes dos arcos correspondentes; descobrir amplitudes de outros ângulos cujos lados intersectam uma circunferência; relacionar arcos e cordas compreendidos entre cordas paralelas; reconhecer que a tangente é perpendicular ao raio, no ponto de tangência; justificar relações entre elementos de uma figura geométrica; determinar a soma das amplitudes dos ângulos internos e a soma das amplitudes dos ângulos externos de um polígono convexo; comparar propriedades das rotações, translações e simetrias axiais.

Em relação aos conteúdos relacionados com a temática - circunferência e polígonos: rotações - , e pela própria natureza do Cabri, este software permite que o professor os aborde pela ordem que pretende, com a profundidade desejada, e da maneira que considera mais adequada aos alunos visados.

De facto, o Cabri II permite a revisão do tema relativo a 'paralelogramo e suas propriedades'. O aluno pode construir a figura e, através da exploração desta, obter inúmeras informações a seu respeito.

Por exemplo, dada a definição de paralelogramo como tendo 'dois pares de lados paralelos' coloca-se o desafio, ao aluno, para o desenhar. O Cabri II possibilita esta construção de um modo simples e intuitivo. Basta, para tal, traçar uma recta (ícone rectas, comando recta) e uma recta paralela à inicial por um ponto exterior à construída (através do ícone construir, comando recta paralela) obtendo-se dois dos lados opostos. De seguida, deve-se efectuar o mesmo procedimento para os outros dois lados opostos. Para visionar somente o paralelogramo o aluno terá de o circundar com quatro segmentos de recta (ícone rectas, comando segmento) e esconder as rectas (ícone desenhar, comando esconder/mostrar). Por fim poderá nomear os vértices através do comando rótulo do ícone exibir (figura 22).



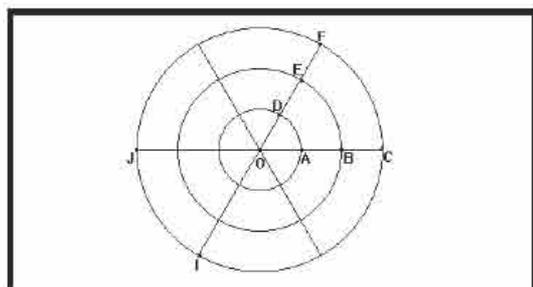
**Fig. 22** Construção de um paralelogramo no Cabri II

e medição de um ângulo ao centro e de um ângulo inscrito no mesmo arco permitindo relacionar estes dois. Tal actividade poderá ser extensível ao arco se se utilizar, por exemplo, um polígono regular inscrito numa circunferência como ilustrado na figura que se segue.

Para obter esta construção seleciona-se o ícone rectas e o comando polígono regular, construindo-se um hexágono. De seguida escolhe-se o ícone curvas, comando circunferência, construindo-se uma circunferência cujo centro coincide com o centro do hexágono e que passa nos vértices do polígono. Com segmentos de recta (ícone rectas) desenharam-se os ângulos e constróem-se as marcas de ângulo através do ícone exibir, opção marca de ângulo. A amplitude dos ângulos é obtida através do ícone medir, comando ângulo.

O Cabri II permite, assim, através da construção de figuras, relacionar ângulos (ao centro ou inscritos), cordas e arcos correspondentes.

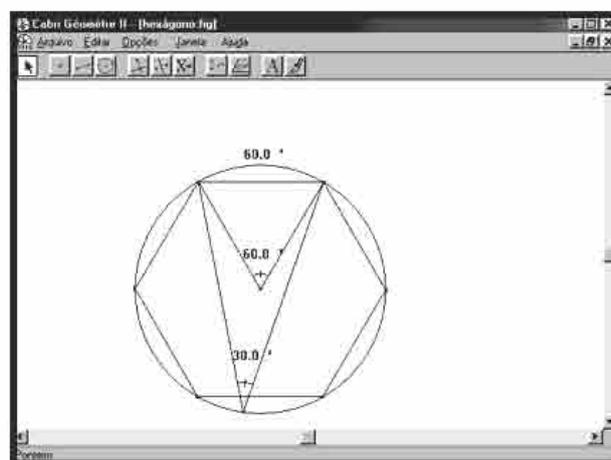
A figura a seguir apresentada pode ser construída pelo processo anterior do hexágono elaborando-se, para o efeito, três dessas figuras de diferentes tamanhos e, depois de obtidas as circunferências e diâmetros, escondendo (através do ícone desenhar, comando esconder/mostrar) os respectivos hexágonos.



**Fig. 24** Processo de comparação da medida da amplitude de ângulos no Cabri II.

A mesma figura pode ser utilizada para pesquisar as propriedades do paralelogramo. Por exemplo, desenhando uma das suas diagonais (através do ícone rectas, comando segmento) o aluno pode explorar as figuras obtidas e verificar qual a relação entre elas, concluindo serem dois triângulos geometricamente iguais, não só para o caso concreto mas para muito outros que manipulem. Podem, também, conjecturar acerca da relação entre as medidas dos lados de um paralelogramo e, por medição do comprimentos dos lados do paralelogramo construído e sua manipulação, verificar que a medida do comprimento dos lados é igual. Ainda poderão tentar provar tal constatação.

Apesar de não se poder medir, directamente, o comprimento de arcos, o Cabri II permite a construção

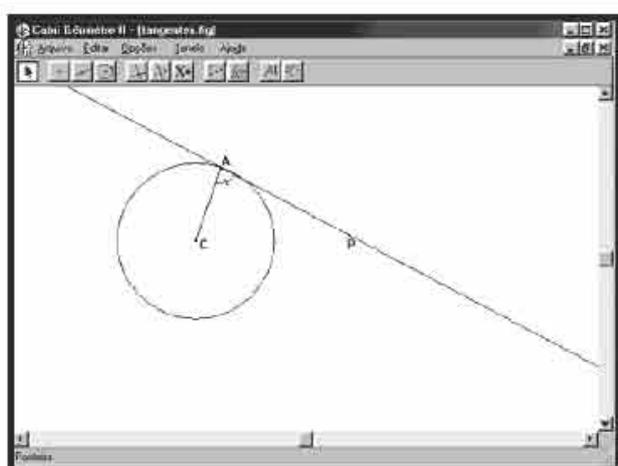


**Fig. 23** Construção e medição de arcos e ângulos ao centro inscritos numa circunferência no Cabri II.

Com base nesta figura, o aluno poderá comparar a amplitude dos ângulos DOA, EOB e FOC, concluindo serem iguais, por se tratarem de ângulos geometricamente iguais. Comparam, de seguida, os arcos correspondentes que têm a mesma amplitude e por fim podem comparar os comprimentos das cordas FC e JI. Para tal marcam as cordas através de segmentos de recta, ícone rectas, e determinam o seu comprimento com o comando distância e comprimento, do ícone medir, verificando que também são iguais, retirando daí as respectivas conclusões.

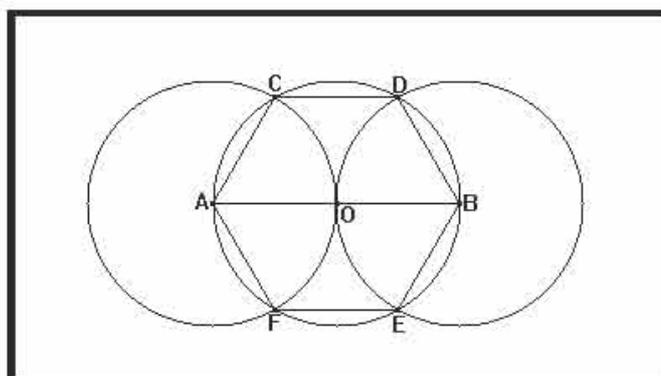
No que se refere ao conteúdo sobre a tangente, também este pode ser abordado com recurso ao Cabri II que proporciona actividades diferentes e por vezes inacessíveis com papel e lápis, como é o caso de um exemplo que se apresenta.

Se se pretender que pesquise quantas tangentes à circunferência são possíveis traçar por um ponto exterior à circunferência, o Cabri II poderá dar uma grande ajuda. O aluno pode construir uma circunferência, um ponto P exterior à circunferência e um ponto A pertencente à circunferência, traçando, de seguida, a recta que liga P a A, o segmento de recta que liga A a C (raio) e o ângulo PAC (figura 25). Concluída a construção o aluno pode mover, com o ponteiro, o ponto A sobre a circunferência e verificar quantas vezes é recto, descobrindo que esta situação só acontece duas vezes. De facto, só existem duas tangentes à circunferência que passam por um ponto exterior à mesma.



**Fig. 25** Construção, no Cabri II, da tangente à circunferência passando por um ponto exterior à circunferência.

A partir da construção da figura seguinte e da sua manipulação, o aluno pode verificar que o lado do hexágono tem a mesma medida de comprimento que o raio.



**Fig. 26** Processo de comparação da medida da amplitude de ângulos no Cabri II.

De seguida pode tirar conclusões acerca da amplitude dos ângulos internos do polígono usando o ícone medir, comando ângulo e procurar formular uma conjectura. Do mesmo modo, pode fazê-lo para os ângulos ao centro do hexágono.

Assim, o Cabri II permite uma pesquisa completa de uma figura procurando-se relações, formulando e testando conjecturas. O aluno sente-se capaz de investigar construções, descobrir e testar relações e propriedades e justificar o seu raciocínio.

Também ao nível das estratégias pensadas para a abordagem desta unidade, a análise do Cabri II permite levantar fortes suspeitas de que é possível implementar a resolução de fichas de "revisão" e de fichas de novos conteúdos, por parte dos alunos, em pares, suportada pelo Cabri-Géomètre; a apresentação, por um dos grupos de alunos (rotativo) da resolução de cada questão das fichas; a discussão, em grande grupo, sobre estratégias alternativas de resolução e/ou diferentes soluções e a síntese, colectiva, dos principais conceitos envolvidos.

Finalmente, importa ressaltar que, também ao nível a avaliação das aprendizagens dos alunos, se espera que o Cabri II possa contribuir para o exercício de uma verdadeira avaliação formativa, quer de carácter contínuo quer mesmo sumativo das aprendizagens. De salientar que, a este nível, foi prevista a realização de um teste composto por duas partes, uma de carácter mais teórico e outra de cariz mais prático. A resolução das tarefas propostas neste segundo momento apelam há utilização do Cabri II.

## Considerações finais

Uma vez submetido o Cabri-Géomètre II ao processo de selecção (ou análise), tal como proposto por Squires & McDougall, no que diz respeito à unidade didáctica - Circunferência e polígonos: rotações -, tendo em atenção o público-alvo e o perfil e intenções da professora, passou-se à fase de 'avaliação', segundo a perspectiva dos mesmos autores. Pretendia-se, assim, verificar em que medida é que as hipóteses avançadas no primeiro momento se confirmavam ou não.

O estudo permitiu retirar, como uma das principais conclusões, que a proposta de Squires & McDougall se revela resistente ao processo de análise do Cabri-Géomètre no que à unidade em causa diz respeito. No entanto, por ser tão 'aberta' pode não facilitar a tarefa de análise, exigindo um profundo conhecimento, nomeadamente, a nível de teorias de aprendizagem e de 'arquitecturas cognitivas':

*"The interaction between the designer's and student's perspectives enables the raising of issues relating to ways in which the use of IT (Information Technology)-related activities can aid learning. This perspectives interaction is essentially concerned with the theory of learning that underpins the use of an IT application, and implies a knowledge and understanding of theories of cognition" (McDougall & Squires, 1997:*

No que respeita à interacção de perspectivas entre 'designer-aluno', e de acordo com a investigação desenvolvida, o Cabri II não só permite como instiga a uma abordagem centrada na teoria construtivista da aprendizagem, essencialmente construcionista, sócio-construtivista e construtivista comunal. No que respeita ao primeiro aspecto (não só permite como instiga) uma das mais valias do Cabri II parece ser, precisamente, a capacidade não tanto de "slotting into" the existing curriculum rather than as providing opportunities for effecting curriculum change. (...) There is scope here for innovative and imaginative IT related activities to be devised" (id: 118/119). Relativamente ao construtivismo, de facto o Cabri II revelou-se pautado por elevados níveis de autenticidade e estímulo ou complexidade. Autenticidade pode ser medida em termos de "a sense of ownership of learning, engagement in global activities which go beyond mastery of local skills, and use of multiple perspectives in problem solving" (id: ib.). Ainda segundo Squires & McDougall (1998) " Authentic learning environments are typically complex, providing rich and diverse opportunities for learners to explore ideas in realistic and convincing ways (...)" (112).

Também relativamente à interacção de perspectivas entre 'professor-aluno(s)-aluno(s)' verificou-se que o Cabri II proporciona e impulsiona a assunção de novos papéis para o aluno, que assume a responsabilidade perante a sua aprendizagem e a dos colegas, e para o professor, nomeadamente, de 'coach', 'investigador' e 'facilitador' da aprendizagem, instigando e alimentando a interacção entre os alunos e entre aluno(s) e professor.

Finalmente, confirma-se que o design do Cabri II permite, realmente, que o professor exerça uma genuína gestão do currículo, nomeadamente no que à unidade em causa diz respeito e que a exploração que se proporcionou permitiu a consecução de alguns dos objectivos formulados, principalmente os que respeitam o desenvolvimento de competências do campo das atitudes e valores e de tecnológicas. As situações de relativo insucesso, principalmente no que diz respeito ao desenvolvimento de competências geométricas, não parecem poder ser imputadas à ferramenta em si mas, essencialmente, à forma como evoluiu a implementação da unidade, a que a parca formação didáctica da professora, aliada à pouca experiência, quer por parte da docente quer por parte dos alunos, na vivência deste tipo de situações, não são alheios. Nomeadamente diferentes ritmos na resolução das fichas iniciais de trabalho, que dificultavam a sua discussão, quer questão a questão, quer por blocos (situações que se experimentaram) e que provocaram, inevitavelmente, o atropelo da planificação pensada, levaram a que a professora, por pressões de vária ordem, gradualmente assumisse uma postura pedagógica mais directiva que perverteu o design experimental pensado e que, certamente, condicionou os resultados obtidos.

Tais resultados reforçam, por um lado, a necessidade de se investir, fortemente, ao nível da formação dos professores para que abordagens didácticas como as pensadas na génese deste estudo possa, realmente,

assumir um carácter sistemático, em todas as disciplinas e, assim, contribuir para um processo educativo mais consentâneo com as exigências actuais e com as que se perspectivam. Por outro lado, reforçam a convicção de que a qualidade do software não é condição suficiente para o exercício de uma praxis eficaz, eficiente e inovador e para uma aprendizagem verdadeiramente significativa.

## Referências Bibliográficas

- Beichner, R. and Schwartz, J. (1999). *Essentials of Educational Technology*. Needham Heights: Allyn & Bacon. Boieri, P. e Ramassotto, A. (1997). Da Cabri 1.7 a Cabri II <http://kidslink.bo.cnr.it/geom/dacabri1.html> (acedido em 17/01/05)
- Boivie, I., Gulliksen, J. e Lantz, A. (1999). *User Centered Design in Practice - Problems and Possibilities*, Suécia, Centre for User Oriented IT Design.
- Brandt, C. e Colatusso, M. (1999). *A construção de objetos geométricos em ambientes dinâmicos* [http://www.cabri.com.br/pesquisas/c99\\_anais/re\\_re\\_celiabrandt.htm](http://www.cabri.com.br/pesquisas/c99_anais/re_re_celiabrandt.htm) (acedido em 17/01/05)
- Coelho, M. I. P. G. (1995). *O Cabri-Géomètre na Resolução de Problemas - Estudo sobre processos evidenciados e construção de conhecimento por alunos do 6º ano de escolaridade*. Aveiro: Universidade de Aveiro (Tese de Mestrado)
- Cox, K. and Walker, D. (1993). *User Interface Design*. London: Prentice Hall
- Fortuny, J. e Giménez, J. (1994). *Geometria amb el Cabri-Géomètre* <http://www.xtec.es/recursos/curricul/compacta/cred12.pdf> (acedido em 17/01/05)
- GULLIKSEN, Jan et al. (1999) *User Centered Design in Practice - Problems and Possibilities* [online]. Available: [http://www.nada.kth.se/cid/pdf/cid\\_40.pdf](http://www.nada.kth.se/cid/pdf/cid_40.pdf). (acedido em 17/01/05)
- Hackos, J.T. and Redish, J. (1998). *User Interface Task Analysis*. John Wiley & Sons. Holmes, B.; Tangney, B.; FitzGibbon, A.; Savage, T. and Meehan, S. (2001). *Communal Constructivism: Students constructing learning for as well as with others*. Proceedings of SITE 2001, Florida <http://www.cs.tcd.ie/publications/tech-reports/reports.01/TCD-CS-2001-04.pdf> (acedido em 17/01/05)
- Katz-Haas, Raissa Usability Techniques - User-Centered Design and Web Development [http://www.stcsig.org/usability/topics/articles/ucd%20\\_web\\_devel.html](http://www.stcsig.org/usability/topics/articles/ucd%20_web_devel.html) (acedido em 17/01/05)
- MEEHAN, S.; HOLMES, B. & TANGNEY, B., (2001). *Who Wants to be a Teacher? An Exploration of the Theory of Communal Constructivism at the Chalk Face*, Teacher Development, Volume 5, Number 2, [http://www.triangle.co.uk/pdf/viewpdf.asp?j=ide&vol=5&issue=2&year=2001&article=Meehan\\_TDEV\\_5\\_2&id=193.136.173.41](http://www.triangle.co.uk/pdf/viewpdf.asp?j=ide&vol=5&issue=2&year=2001&article=Meehan_TDEV_5_2&id=193.136.173.41) (acedido em 17/01/05)
- Pountney, R.; Parr, S. and Whittaker, V. (2002). *Communal Constructivism and Networked Learning: Reflections on a Case Study*, <http://www.shed.ac.uk/nlc2002/proceedings/papers/30.htm> (acedido em 17/01/05)
- Schuler, D. & Namioka, A. (eds). (1993). *Participatory Design: Principles and Practices*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Schwartz, J.; Yerushalmy, M. and Gordon, M. (1985). *The Geometric Supposer*, Pleasantville, NY.
- Scrimshaw, P. (2001). *Communal Constructivist Theory: a response to Leask & Younie*, Journal of Information Technology for Teacher Education, Vol. 10, Nos 1&2, 2001 [http://www.triangle.co.uk/pdf/viewpdf.asp?j=jit&vol=10&issue=1&year=2001&article=Scrimshaw\\_JITT\\_10\\_1-2&id=193.136.173.41](http://www.triangle.co.uk/pdf/viewpdf.asp?j=jit&vol=10&issue=1&year=2001&article=Scrimshaw_JITT_10_1-2&id=193.136.173.41) (acedido em 17/01/05)
- Scrimshaw, P., & Weber, R. (2003). *Teaching, Learning and ICT/Ed Tech in Schools: Is Communal Constructivism the Best Approach?*. Society for Information Technology and Teacher Education International Conference 2003(1), 2497-2501. [Online]. Available: <http://dl.aace.org/12259> (acedido em 17/01/05)
- Shneiderman, B. & Plaisant, C. (1998). *Designing the User Interface: Strategies for Effective human-Computer Interaction*. Reading (MA), Addison-wesley
- Silveira, B. (2002). *Cabri, Cinderella e Sketchpad*. Educação Matemática (70). Squires, D. & McDougall, A. (2001). Como elegir y utilizar software educativo, Colección: "Educación Crítica" - Coedición con la Fundación Paideia, ISBN: 8471124181
- Squires, D. & McDougall, A. (1997). *A Framework for Reviewing Teacher Professional Development Programmes in Information Technology*, Journal of Information Technology for Teacher Education, Vol. 6, No. 2, <http://www.triangle.co.uk/pdf/viewpdf.asp?j=jit&vol=6&issue=2&year=1997&article=06-2-am&id=193.136.173.41> (acedido em 17/01/05)
- Squires, D. & McDougall, A. (1998). *Designing Educational Interfaces from a Constructivist Perspective*, HCI'98 Conference Companion. <http://www.bcs-hci.org.uk/hci98cc/HCI98CC60.html> (acedido em 17/01/05)
- Tomasi, L. (2003). *Cabri in classe e nella refe: visualizzazione dinamica e insegnamento della matematica* [http://kidslink.bo.cnr.it/cabri/bollettini/boll\\_3536.pdf](http://kidslink.bo.cnr.it/cabri/bollettini/boll_3536.pdf) (acedido em 17/01/05)
- Trinity College, (2002). *Logic, Programming, and Robotics for non-technical students* <http://www.cs.tcd.ie/crite/lpr/teaching/constructionism.html> (acedido em 30/10/2004)
- Veloso, E. (1995). *Software dinâmico: uma abordagem estimulante no ensino da geometria*, Actas do ProfMat 95, 53-64
- Veloso, E. (2002). *Cabri, Cinderella e Sketchpad*. In APM (Ed.). Educação Matemática (70). Lisboa: APM.
- Wellington, J. J. (1985). *Children, Computers and the curriculum*, New York, Harper and Row.