O CABRI-GÉOMÈTRE AO SERVIÇO DA AVALIAÇÃO *PARA* AS APRENDIZAGENS

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

Cada vez mais, as 'novas' tecnologias têm-se assumido como potenciais instrumentos de trabalho, constituindo uma fonte de ideias e de inspiração e permitindo realizar actividades didácticas de uma amplitude e de uma riqueza inexcedíveis.
Os A(D)GD's, mais concretamente o Cabri-Géomètre, são utilizados na abordagem dos conteúdos matemáticos, em geral, e geométricos, em particular, pois permitem uma aprendizagem mais dinâmica, assente em experiências, tentativas, descobertas, formulação e testagem de conjecturas, estabelecimento de propriedades, envolvendo-se, o aluno, activamente na construção do seu conhecimento e assumindo, o professor, o papel de facilitador.
Estudos vários têm concluído que aquele A(D)GD tem-se revelado essencial na resolução de problemas que permitem o desenvolvimento no aluno, de capacidades de visualização, de manipulação, de exploração, de raciocínio e de discussão, bem como numa aprendizagem centrada no aluno, tornando-o autónomo, crítico e responsável pela mesma.
No entanto, apesar de já poder estar, em muitos casos, ao serviço do processo de ensino e aprendizagem, raramente tem sido utilizado como instrumento de trabalho em momentos mais formais de avaliação das e *para* as aprendizagens.
Neste contexto, pretende-se denunciar o resultado de uma investigação na qual o Cabri se constituiu uma mais valia num teste de avaliação das aprendizagens realizadas por alunos do 9º ano de escolaridade.

Introdução

Assistimos, neste início de século, a progressos tecnológicos nunca antes alcançados, nem com tamanha rapidez, salientando-se as Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) nas novas formas de difusão da Informação e construção do Conhecimento nas Sociedades actuais.

Mais do que 'digerir' estas mudanças - "face à informatização da vida profissional, à difusão das tecnologias na vida quotidiana, à multiplicação das fontes de informação e de cultura" (Lajus & Magnier, 1998, p. 14) – a escola tem que assumir esta realidade como um *seu* desafio e não imposto externamente.

No caso específico da Matemática, ambiciona-se que o processo educativo assuma uma índole bem mais experimental, direccionada para a resolução de problemas, exploração de conceitos, elaboração e testagem de conjecturas e para pequenas investigações. Os Ambientes (Dinâmicos) de Geometria Dinâmica (A(D)GD´s) e, mais concretamente o Cabri-Géomètre, têm sido, frequentemente, referidos como uma importante ferramenta na abordagem da geometria, parte da matemática de extrema importância, mas cujo processo de ensino e de aprendizagem é considerado muito problemático.

O Cabri-Géomètre pode constituir-se como uma fonte poderosa e valiosa para se ultrapassar tal situação de uma forma inovadora (Matos, 1997; Silveira, 2002).

Também Veloso (2002) partilha desta opinião referindo que este A(D)GD pode auxiliar e estimular a renovação do ensino da geometria porque é um instrumento perfeito 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.

De facto, apresenta-se de fácil familiarização; com elevados níveis de controlo, complexidade e desafio; dinâmico possibilitando a realização de tarefas estimulantes que conduzam à exploração e investigação apelando à imaginação e criatividade.

Por outro lado, há já fortes indícios de que o Cabri-Géomètre pode contribuir, de forma fundamental, para uma nova relação entre professores e alunos, essencial para o sucesso escolar e mesmo educativo.

Não obstante este A(D)GD já ter sido alvo de variadas investigações (Bellemain, 1992; Coelho, 1995; Junqueira, 1995; Sangiacomo, 1996; Leme da Silva, 1997; Rodrigues, 1997; Bellynck, 1999 e Carvalho, s/d), em Portugal não o tem sido com a sistematicidade necessária, principalmente ao nível do 3º Ciclo do Ensino Básico e, essencialmente, como instrumento ao serviço de momentos mais formais da avaliação das e *para* as aprendizagens realizadas, o que pode violar alguns dos princípios fundamentais que regem a mesma (Correia, 2004).

Enquadramento teórico

Os progressos nas ciências da educação e tecnológicas vieram colocar ao alcance dos professores e alunos novas, úteis e afáveis ferramentas para o ensino e aprendizagem.

É amplamente aceite que essas 'Novas' Tecnologias podem promover alterações nas práticas de ensino e no modo como a aprendizagem é conseguida. De facto a integração do software em contexto educativo pode colaborar para um papel vivo, eficiente e eficaz do aluno na sua aprendizagem (Borges, 1994).

O aumento do uso de micromundos ou Ambientes (Dinâmicos) de Geometria Dinâmica levou à realização de vários estudos com o objectivo de observar as suas potencialidades no ensino e na aprendizagem da matemática, e em especial, da geometria.

Em Portugal, o Logo foi alvo de um estudo, realizado por João Filipe Matos, em 1987, com alunos do 1º Ciclo do Ensino Básico, que permitiu concluir que as actividades desenvolvidas com o apoio desta linguagem de programação se mostraram amplamente adaptáveis esse nível. O facto de a Escola envolvida praticar uma pedagogia com base na diversificação de actividades e recursos de aprendizagem e na autonomia e responsabilização dos alunos foram aspectos que pesaram, favoravelmente, no sucesso da experiência (ver também Coelho e Saraiva, 2002).

Carlota Borges (1994) realizou um estudo, com o Logo, ao nível do 7º ano de escolaridade, concluindo que os alunos gostaram da experiência, sentindo-se mais motivados para a realização das tarefas, tendo esta linguagem contribuído para um ambiente de sala de aula mais agradável e para uma melhoria da visão dos alunos face à Matemática, facilitando e estimulando a aprendizagem dos conceitos desenvolvidos (ver também Abrantes, 1997).

Piteira (2000) realizou um estudo sobre a aprendizagem da Geometria em contexto escolar, utilizando o Ambiente (Dinâmico) de Geometria Dinâmica – The Geometer's Sketchpad –, com alunos de 8º e 9º anos de escolaridade que, em entrevista, também foram da opinião "que os ADGD são bastante vantajosos para o estudo da Geometria, tornam-se mais rápidos e rigorosos, dispensando o tempo gasto na construção de vários exemplos" (id, p. 213).

Margarida Junqueira (1995) realizou um estudo, ao nível de 9º ano, recorrendo ao Ambiente (Dinâmico) de Geometria Dinâmico, Cabri-Géomètre, com base na exploração de figuras e suas propriedades, partindo de construções geométricas resistentes (que não se modificam quando arrastadas), da justificação e investigação (ver também Ponte, Matos e Abrantes, 1998). Como principais conclusões do estudo destacam-se: “as justificações que os alunos davam sobre a validade dos seus processos de construção de figuras geométricas, evoluíram no sentido de substituírem argumentação visual e empírica por outra mais rigorosa, à medida que, sistematicamente, foram sendo desafiados a descrever e a explicar esses processos” (Junqueira e Valente, 1998, p. 7).

Coelho (1995) também realizou uma investigação com seis alunos do 6º ano de escolaridade, utilizando o Cabri-Géomètre como ferramenta de trabalho, pretendendo descrever e interpretar os processos evidenciados em resolução de problemas e construção de conhecimentos por estes alunos. Uma das conclusões gerais que retirou foi “que o Cabri-Géomètre é um micromundo poderoso para a resolução de problemas” (id, p. 238) e que os alunos progrediram bastante ao nível das estratégias utilizadas na resolução dos problemas propostos. Salienta, ainda, que “a eficácia mais evidente do software se relaciona com a possibilidade de utilização de estratégias de tentativa e erro e com o movimento, com a manipulação directa, caso em que a geometria assume a sua natureza dinâmica” (id, p. 239).

Leme da Silva (1997) desenvolveu um estudo que assentava na abordagem do Teorema de Tales, pelo professor, facilitadora da construção do significado subjacente a tal teorema e da sua aplicação a situações concretas, através de uma sequência didáctica suportada pelo Cabri-Géomètre. A investigação permitiu concluir, principalmente, que a sequência adoptada possibilitou a atribuição de significado aos conceitos geométricos e a sua aplicação a outros campos matemáticos (id).

Os estudos que envolvem este tipo de software educativo são variados, focando aspectos favoráveis à utilização de tais ferramentas em contexto educativo e no processo de ensino e de aprendizagem da geometria mas raramente contemplam o seu uso ao serviço de uma avaliação diagnóstica e ou sumativa das aprendizagens.

Geralmente o aluno explora os conteúdos geométricos de uma forma ‘inovadora’ mas é avaliado de modo tradicional, privilegiando-se a avaliação sumativa através da concretização de um teste de papel e lápis, sem qualquer recurso ao computador e software em questão.

Este aspecto merece ser considerado e ponderado, por parte dos professores que, ao promoverem o uso do software, no decorrer da implementação de uma unidade temática mas interditando-o nos momentos mais formais de avaliação (os mais ou mesmo os únicos que são valorizados), estão a violar princípios básicos da avaliação *para* as aprendizagens, nomeadamente o da *coerência* e mesmo o da *positividade*.

Segundo Correia (2004), "A educação, tendo como horizonte o sucesso escolar, pressupõe uma nova perspectiva de avaliação: A avaliação tem como finalidade primordial a aprendizagem – a aprendizagem extensiva a todos" (p. 5). Por outro lado, uma avaliação coerente "garante que as exigências da avaliação estejam em consonância com as oportunidades de aprendizagem oferecidas e modos de realização. … As tarefas de avaliação aproximam-se, ao máximo, das tarefas de aprendizagem" (id: p. 23). Numa lógica de positividade, "faz sobressair os conhecimentos que os alunos possuem e as capacidades, aptidões e atitudes que lhes permitem usar esse conhecimento – as estratégias pessoais de colocar o *saber em acção*. (…) Nesta perspectiva, o avaliador … recorre a designs de avaliação que permitam a todos os alunos demonstrar o que sabem e são capazes de fazer" (id: p. 13).

Metodologia

O estudo de caso com aproximações à investigação-acção iniciou-se com a aplicação de um questionário e, posteriormente, com uma sessão de exploração livre do Cabri-Géomètre, em díade, por todos os alunos de uma turma de 9º ano, que disso realizaram um relatório. Seguiu-se uma sessão para a realização, individual, de um (pré-teste), essencialmente com intenções diagnósticas, que se encontrava dividido em duas partes, uma teórica e outra prática, esta última por recurso ao software. Depois de introduzidas as alterações necessárias à planificação realizada, induzidas pelos resultados obtidos através desse instrumento de avaliação, implementou-se a Unidade Didáctica "Circunferência e polígonos: rotações" suportada pelo Cabri-Géomètre, enquanto elemento essencial à realização das tarefas propostas. Valorizou-se uma perspectiva construtivista da aprendizagem, principalmente nas suas vertentes construcionista e construtivista comunal, segundo as quais o aluno assume o papel principal construindo conhecimento na interacção com o artefacto e com os outros. Todo o processo foi videogravado e registado num *diário de bordo.*

No final, foi aplicado o mesmo teste e de forma similar e um questionário final.

Todos os dados recolhidos foram alvo de um tratamento qualitativo, quantificado quando necessário, com intenções descritivas e interpretativas.

Apresentam-se, de seguida, os principais resultados obtidos através do relatório da sessão de exploração do Cabri e do pré-teste.

Principais resultados

Na aula de exploração livre do Cabri, os alunos, em pares, tentaram explorar o máximo de funcionalidades do software, anotando-as numa folha de papel para posterior elaboração de um relatório, a entregar à professora, com as potencialidades detectadas.

Da análise do relatório conclui-se que, a grande maioria dos alunos sabia que estava a explorar um programa de Geometria que os iria ajudar na aprendizagem dos conteúdos desse capítulo e que a exploração se destinava à pesquisa das funções do programa, como se pode observar pela figura 1.

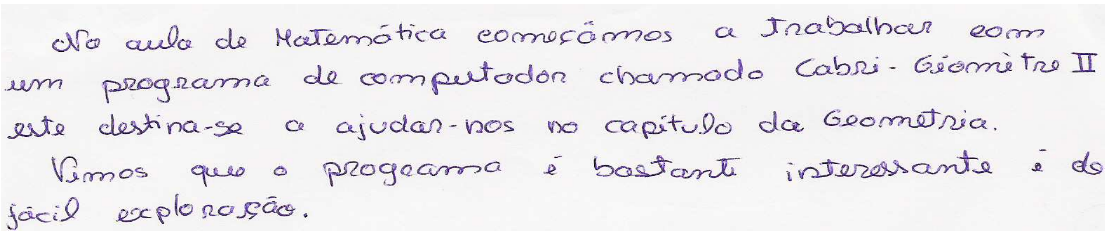
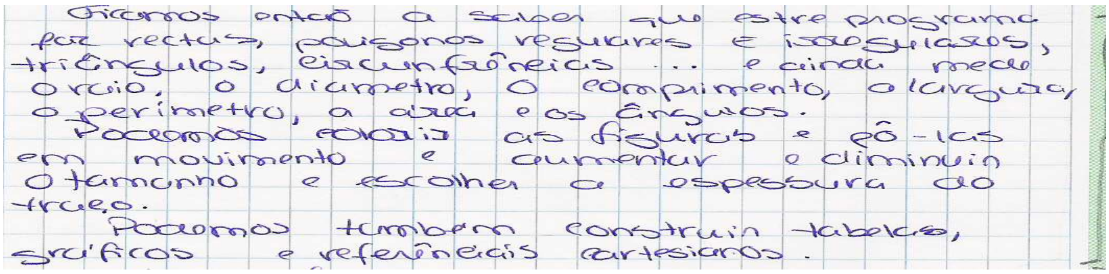

Na aula de Matemática começámos a trabalhar com um programa de computador chamado Cabri - Géomètre II este destina-se a ajudar-nos no capítulo da Geometria.
Vimos que o programa é bastante interessante e de fácil exploração.

Fig. 1. Excerto do relatório sobre as funcionalidades do Cabri dos alunos X7 e X19.

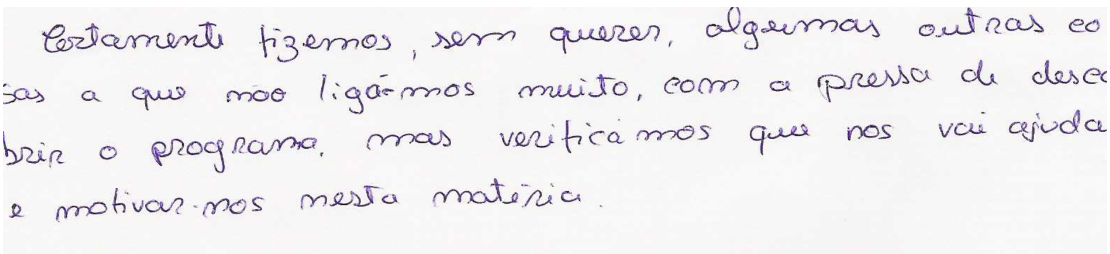
Na exploração realizada pelos alunos, estes observaram que o Cabri-Géomètre permite construir pontos (ao acaso, sobre objectos, ou na intersecção de objectos), rectas, semi-rectas, segmentos de recta, triângulos, circunferências, polígonos regulares e irregulares. Por outro lado, referiram ser possível traçar a mediatriz de um segmento e a bissectriz de um ângulo. De seguida, indicaram outra das potencialidades do programa – a obtenção de medidas do comprimento do raio e do diâmetro de uma circunferência; do comprimento dos lados de um polígono; da área e do perímetro de polígonos; da amplitude de um ângulo qualquer. Acrescentaram, ainda, a possibilidade de colorir as figuras, colocá-las em movimento, aumentarem e diminuírem o seu tamanho, escolherem a espessura do traço e dos pontos. Concluíram referindo a capacidade do programa permitir a construção de um referencial cartesiano, gráficos e tabelas. Um grupo referiu, ainda, que este programa seria útil para resolver sistemas sem se ter de efectuar os cálculos, uma das matérias que menos gostaram e das mais trabalhosas. Exemplo do referido está documentado na figura 2.



Ficamos então a saber que estre programa
faz rectas, poligonos regulares e isosgliasos,
triângulos, circunferências ... e ainda mede
o raio, o diametro, o comprimento, a largura,
o perimetro, a área e os ângulos.
Podemos colorir as figuras e pô-las
em movimento e aumentar e diminuir
o tamanho e escolher a espessura do
traço.
Podemos também construir tabelas,
gráficos e referências cartesianos.

Fig. 2. Excerto do relatório sobre as funcionalidades do Cabri dos alunos X13 e X18.

No final de cada relatório aparecia um pequeno parecer com a opinião do grupo sobre o programa. Assim, os alunos referiram ter ficado a conhecer o programa para poderem trabalhar nele sem dificuldades; que este programa seria muito importante na aprendizagem porque lhes iria incutir um maior interesse pela Matemática; que, no primeiro contacto com o Cabri-Géomètre, a exploração procedeu-se sem grandes dificuldades, visto este ser muito intuitivo e que, com este programa, teriam a possibilidade de aprender a matéria de uma forma mais agradável. Cita-se a opinião de um dos grupos, que se considerou curiosa (figura 3):



Certamente fizemos, sem querer, algumas outras co
sas a que não ligámos muito, com a pressa de desco
brir o programa, mas verificámos que nos vai ajuda
e motivar-nos nesta matéria.

Fig. 3. Excerto do relatório sobre as funcionalidades do Cabri dos alunos X7 e X19.

Pela análise dos relatórios e, principalmente, pela observação directa dos comportamentos dos alunos na exploração e descoberta do programa e suas potencialidades é possível confirmar a rápida familiarização dos discentes com o software, a forma intuitiva como o exploraram, o elevado nível de controlo que proporciona na utilização das funções para a construção de figuras geométricas e o estabelecimento de conjecturas, a facilidade com que estimula a imaginação e a criatividade dos alunos. Mesmo sem qualquer contacto prévio com o Cabri-Géomètre, os alunos, conseguiram captar a sua essência e principais finalidades numa sessão que durou apenas 90 minutos.

Na aula de aplicação do pré-teste os alunos tiveram 45 minutos para realizar cada uma das partes – teórica e prática -, que assentavam em alguns conteúdos de anos transactos (7º e 8º) mas, fundamentalmente, sobre conceitos da Unidade Didáctica: "Circunferência e polígonos: rotações" a abordar no 9º ano de escolaridade.

Relativamente à parte teórica do pré-teste os resultados obtidos foram bastante fracos – média de 4,5% – não ultrapassando os 9 pontos em 50 atribuídos (aluno X13) sendo na sua maioria inferiores a 5 pontos (quadro 1).

Verifica-se, também, que os melhores resultados se situam entre 10 e 20% – o dos alunos X13, X22 e X7. De referir, ainda, que em 58% das questões os alunos registaram cotação zero e que as questões onde obtiveram melhores resultados foram as 5.1.1 com 27,5 %, a 1 com 10,3% e a 2 com 5%.

Para dar uma ideia, agora qualitativa, do desempenho dos alunos nesta parte descrevem-se as principais estratégias utilizadas na resolução das tarefas.

Na primeira questão pretendia-se que os alunos colocassem, na figura desenhada, as letras x e y de modo a que os ângulos correspondentes tivessem a medida da amplitude dada. A letra x correspondia a um ângulo ao centro e a letra y a um ângulo inscrito. Apenas 4 alunos – X1, X4, X7 e X13 – fizeram corresponder correctamente a letra x ao seu lugar e 5 – X1, X3, X4, X13 e X15 – a letra y. No entanto, das duas justificações apresentadas à questão, nenhuma se relacionava com a resposta correcta, pelo que os resultados obtidos podiam ter sido intuição ou acaso. O aluno X1 justificou a sua escolha do seguinte modo: "*Eu acho que os ângulos são assim identificados pois segui o* *raciocínio de um ângulo de 90º*”, já o aluno X4 apresentou a seguinte justificação: “*escolhi este ângulo como x porque acho que tem um pouco menos de 90º, não chega a ser um ângulo recto. Escolhi este ângulo como y porque acho que é um ângulo de 40º, tem mais ou menos metade de x que tem 80º. Escolhi este ângulo como y porque este é um ângulo obtuso*”.

Pergunta	1	2	3.1.1	3.1.2	3.1.3	3.2	3.3	3.4	4	5.1.1	5.1.2	5.1.3	**TOTAL**	**%**
Cotação Alunos	8	7	3	3	3	3	3	3	8	3	3	3	50	100
X1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	8
X2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
X3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4
X4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	8
X5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
X6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
X7	2	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	5	10
X8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	3	6
X9	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
X10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
X11	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4
X12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	3	6
X13	4	1	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	9	18
X14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2
X15	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4
X16	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
X17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
X18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
X19	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
X20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
X21	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	4	8
X22	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3	0	3	7	14
X23	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	4	8
Total	19	8	0	0	0	0	0	0	4	19	0	3	52	104
%	10.3	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.2	27.5	0.0	4.3	2,3	4.5

Quadro. 1. Resultados do pré-teste parte teórica.

Quanto ao segundo grupo, pretendia-se que os alunos relembrassem: que a recta tangente a uma circunferência no ponto de tangência é perpendicular ao raio; que, tratando-se de ângulos complementares, se um mede 65º o outro mede 25º e que estando o ângulo inscrito no mesmo arco do complementar do ângulo dado, então aquele admitiria a mesma medida de amplitude que o primeiro. Apenas 6 alunos (X9, X13, X16, X21, X22 e X23) assinalaram o ângulo recto, não apresentando nenhum cálculo adicional, e apenas 1, o aluno X11, determinou correctamente a medida da amplitude do ângulo, mas não apresentou qualquer justificação, pelo que nenhuma das respostas se encontrava completa.

No terceiro grupo, era dado um pentágono regular inscrito numa circunferência e colocavam-se 6 questões: sobre a amplitude de um dos arcos da circunferência; a amplitude de um ângulo inscrito correspondente a dois arcos da circunferência; a amplitude de um ângulo interno de um triângulo; a área do pentágono, dados os comprimentos do lado e do apótema; a soma dos ângulos internos do pentágono e, por fim, a amplitude de um ângulo externo do pentágono. Nenhum aluno respondeu correctamente a este grupo tendo, a maioria, deixado o exercício em branco. Relativamente à alínea 3.1.1 o aluno X1 respondeu "*o ângulo AND é um ângulo recto. Assim, eu penso que o arco AE é de 100º*"; na alínea 3.1.2 o aluno X9 referiu que "*estas letras formam um ângulo obtuso*" e na alínea 3.1.3 o aluno X1 respondeu que o ângulo ACM "*é um ângulo de 40º por causa das circunferências*". Quanto à questão 3.2, os alunos X1, X3, X8, X10, X11, X19, X20 e X23 apresentaram a mesma resposta para calcular a área do pentágono: "$6 \times 4 = 24$". Na alínea 3.3 o aluno X13 referiu, relativamente ao pentágono, que "*a soma dos ângulos tem que ser de 180º - internos e 360º - externos*". Finalmente, na alínea 3.4, o mesmo aluno, respondeu que a medida das amplitudes dos ângulos do pentágono eram: "*externos – 36º; internos – 72º*".

Em relação à quarta questão, em que se questionava sobre a medida da amplitude de um ângulo interno e de um ângulo externo de um polígono de 32 lados, apenas 1 aluno, X13, indicou, correctamente, a medida da amplitude do ângulo externo e respondeu errado à outra parte da questão: "*Os ângulos internos são 6º (180 : 32) e os ângulos externos são 11º (360 : 32)*". Todos os outros erraram completamente, (o aluno X4 respondeu "*360º : 32 = medida dos ângulos internos*" e o aluno X1 "45º") e/ou não responderam.

No último grupo pretendia-se que os alunos indicassem, da figura dada, pares de triângulos obtidos por simetria, rotação e translação. Seis alunos (X7, X8, X12, X21, X22 e X23) responderam correctamente sobre a simetria, de que são exemplo as respostas dos alunos X7 e X8: “*EDO e GCO*” e “*DHO e CHO*” respectivamente; 1 sobre a rotação (o aluno X22) referindo “*AEO e OGC*”, mas nenhum sobre a translação apresentando respostas do tipo “*AEO e OBG*” – aluno X21 e “*DH e HC*” – aluno X14.

Pode-se assim concluir que os alunos estavam esquecidos da maior parte das noções e que, noutros casos, não foram capazes de raciocinar até atingirem a resposta correcta.

Na parte prática do teste, os resultados obtidos não foram muito elevados nem muito ricos em termos de estratégias de resolução das tarefas. No entanto, e apenas com uma sessão com o Cabri, revelam-se superiores aos obtidos na parte teórica, registando-se uma média de 19, 2% (ver gráfico 1).

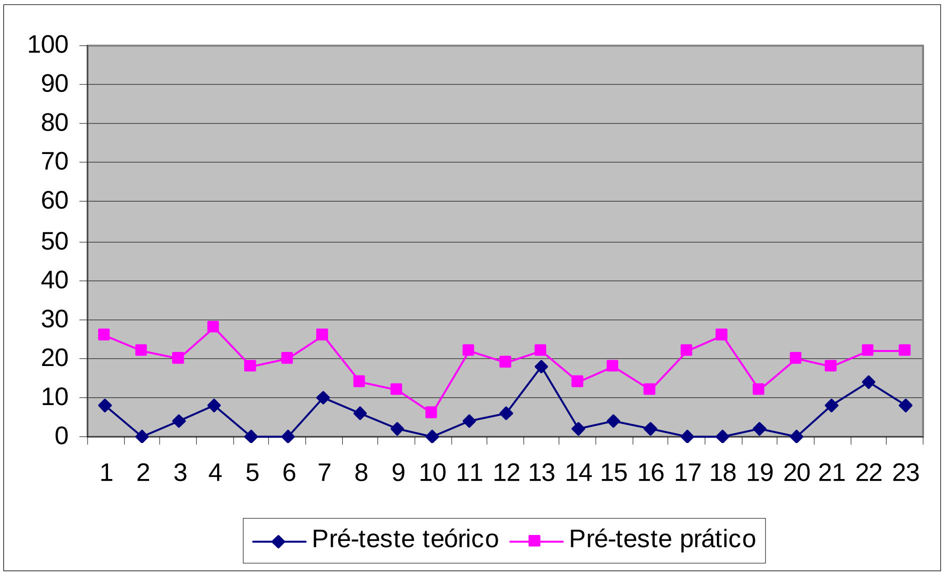


Gráfico. 1. Resultados obtidos nos pré-testes teórico e prático.

Em termos quantitativos, os resultados na parte prática do pré-teste variaram entre os 3 e os 14 pontos em 50 atribuídos, aproximando-se, na sua maioria, dos 10 pontos, tal como se pode verificar na grelha de correcção (quadro 2).

Os alunos que obtém melhores pontuações são, agora, os alunos X4 (28%) e X1, X7 e X18 (*ex aequo* com 26%) e nenhum aluno obtém pontuação final de zero. O número de questões nas quais ninguém conseguiu obter cotação (4 em 14) também diminuiu em relação ao pré-teste teórico (7 em 12). As questões que registam os resultados mais elevados são a questão 3, 1.2 e 1.1 respectivamente com 84,1%, 66,3% e 60,9%.

Pergunta	1.1	1.2	2.1	2.2	2.3	3	3.1	3.2	3.3	4	5	5.1.1	5.1.2	5.2	**TOTAL**	**%**
Cotação Alunos	4	4	4	3	4	3	3	3	4	5	2	4	4	3	50	100
X1	2	0	0	0	2	3	0	0	4	0	2	0	0	0	13	26
X2	3	4	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	11	22
X3	1	4	0	0	0	3	0	0	2	0	0	0	0	0	10	20
X4	2	4	0	0	0	3	1	0	4	0	0	0	0	0	14	28
X5	2	4	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	9	18
X6	3	3	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	10	20
X7	3	4	0	0	0	3	1	2	0	0	0	0	0	0	13	26
X8	2	1	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	7	14
X9	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	12
X10	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	6
X11	3	3	0	0	0	3	0	0	2	0	0	0	0	0	11	22
X12	2	1	0	0	0	3	1	0	0	2.5	0	0	0	0	9.5	19
X13	2	1	1	0	0	3	0	0	2	0	2	0	0	0	11	22
X14	3	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	14
X15	2	4	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	9	18
X16	3	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	6	12
X17	3	4	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	11	22
X18	3	4	0	0	0	2	0	0	4	0	0	0	0	0	13	26
X19	2	1	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	6	12
X20	3	2	0	0	0	3	0	0	2	0	0	0	0	0	10	20
X21	3	3	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	9	18
X22	3	4	0	0	0	3	0	0	0	0	1	0	0	0	11	22
X23	2	1	1	0	0	3	0	0	4	0	0	0	0	0	11	22
Total	56.0	61.0	2.0	0.0	2.0	58.0	8.0	2.0	24.0	2.5	5.0	0.0	0.0	0.0	220.5	441.0
%	60.9	66.3	2.2	0.0	2.2	84.1	11.6	2.9	26.1	2.2	10.9	0.0	0.0	0.0	9.6	19.2

Quadro. 2. Resultados do pré-teste parte prática.

Passando, agora, a uma análise incidindo não nos *produtos* mas sim nos *processos*, na primeira alínea do primeiro grupo pretendia-se que o aluno classificasse um triângulo construído, para o efeito, no Cabri-Géomètre. Todos os alunos responderam a esta questão, embora de forma mais ou menos incompleta. Alguns alunos não recordavam a classificação dos triângulos; outros, em vez de medirem o raio que constituía o lado do triângulo, mediram o diâmetro, mas todos utilizaram o comando '*distância e comprimento*' para medir o comprimento dos lados do triângulo (figura 4).

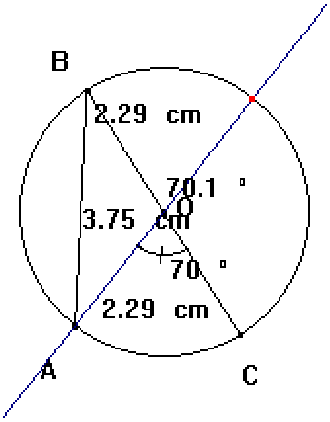


Fig. 4. Resposta do aluno X2 à primeira alínea do primeiro grupo.

Já na segunda alínea, pedia-se aos alunos que marcassem, na mesma figura, um ângulo igual ao dado. Para tal, bastava que prolongassem o segmento apresentado e medissem a amplitude do ângulo oposto. Onze alunos seguiram este processo construindo, com o respectivo comando, uma recta e determinando a amplitude do ângulo através do comando '*ângulo*' (figura 5); 4 alunos construíram, na circunferência, um ângulo ao centro com a mesma amplitude, mas sem qualquer relação com o apresentado; 6 alunos responderam de modo muito incompleto, de que é exemplo o aluno X8 cuja resposta dada é reveladora do trabalho realizado "*1º eu vi quanto media o ângulo AOC que é 70º. Depois fiz um triângulo na circunferência*", o qual não apresentava nenhum ângulo de 70º, e apenas 2 não responderam à questão.

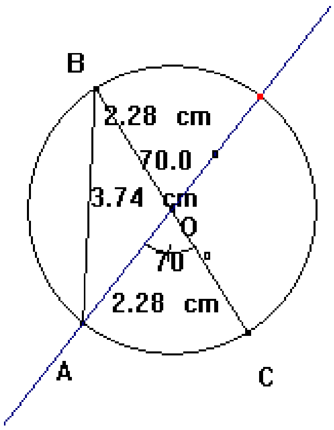


Fig. 5. Resposta do aluno X4 à segunda alínea do primeiro grupo.

Relativamente ao segundo grupo, este apresentava três questões relacionadas com uma figura elaborada para o efeito no Cabri-Géomètre,. Relativamente à primeira, os alunos tinham de construir um triângulo semelhante ao dado, conhecidos dois dos vértices desse triângulo. O objectivo era traçarem uma recta paralela a um lado, que passasse no vértice O, de modo a obterem um triângulo semelhante, por redução. Nenhum dos alunos foi capaz de a resolver correctamente e apenas 2 alunos fizeram a construção de um triângulo, não semelhante ao dado, (figura 6), mas apresentando correctamente a definição de semelhança.

Na segunda questão pedia-se, aos alunos, para classificarem os triângulos quanto aos ângulos, que eram rectângulos, mas ninguém respondeu acertadamente. Vinte não responderam à pergunta.

Na terceira questão os alunos tinham de determinar a medida da amplitude de um ângulo e indicar o seu correspondente no outro triângulo, tendo apenas um aluno medido a amplitude do ângulo, sem no entanto indicar o seu correspondente (figura 6).

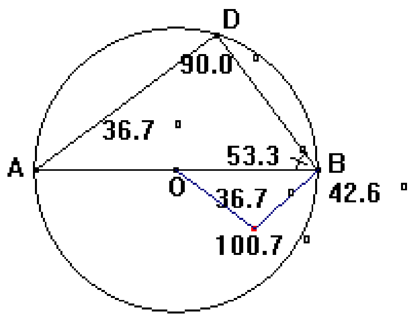


Fig. 6. Resposta do aluno X13 à primeira e terceira alíneas do segundo grupo.

No que se refere ao terceiro grupo, pretendia-se que os alunos construíssem um hexágono regular, com 4 cm de lado, e respondessem a três questões. Apenas 3 alunos não procederam à construção da figura; os restantes fizeram-no do modo mais simples – construíram um hexágono através do comando '*polígono regular*', mediram o comprimento do lado com o comando '*distância e comprimento*', manipularam-no até obterem 4 cm de lado e construíram a circunferência cujo centro coincidia com o centro do hexágono e que passava pelos vértices do mesmo. De seguida, responderam à primeira questão para o que tinham de estabelecer a relação entre os ângulos internos e externos do polígono. Mais de metade dos alunos não respondeu à questão e apenas 8 alunos determinaram a medida da amplitude do ângulo interno, confundindo o ângulo externo com o ângulo ao centro, que apresentava a mesma medida. A conclusão que retiraram foi que *o ângulo externo era metade do ângulo interno* (figura 7). Na questão dois pretendia-se, que indicassem qual o elemento cuja medida do comprimento coincidia com o lado do hexágono. Apenas um aluno realizou esta alínea calculando, com o comando '*distância e comprimento*', a medida do raio, verificando ser a mesma do lado do hexágono (figura 7).

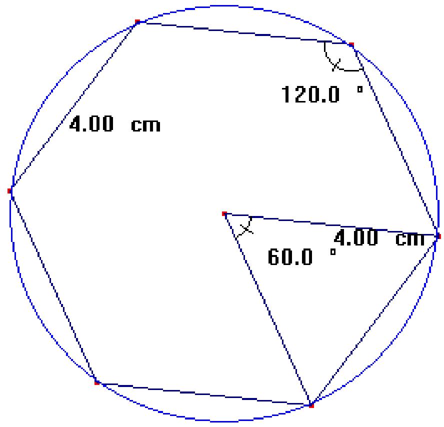


Fig. 7. Resposta do aluno X7 à primeira e segunda alíneas do terceiro grupo.

Na questão três do mesmo grupo pedia-se aos alunos para calcularem a área do polígono e explicarem como tinham procedido. Somente 4 alunos descobriram esta função do programa e a descreveram (figura 8).

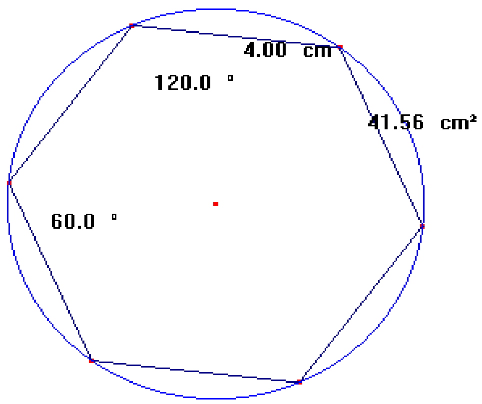


Fig. 8. Resposta do aluno X4 à terceira alínea do terceiro grupo.

No quarto grupo questionava-se sobre a medida da amplitude do ângulo interno e externo de um polígono de 25 lados. Apenas um aluno construiu a figura utilizando o comando '*polígono regular*' e determinou a medida da amplitude do ângulo interno com o respectivo comando (figura 9).

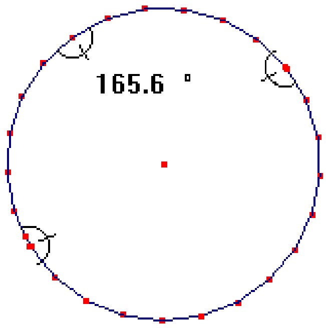


Fig. 9. Resposta do aluno X12 ao quarto grupo.

No último grupo, os alunos tinham de construir um triângulo [ABC] e aplicar-lhe uma rotação e uma translação. No entanto, apenas 3 alunos construíram o triângulo mas nenhum lhe aplicou as transformações pedidas (figura 10).

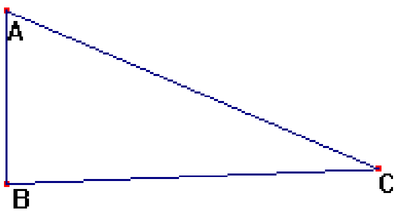


Fig. 10. Resposta do aluno X13 ao quinto grupo.

Com base nos resultados parece poder afirmar-se que o Cabri possibilitou algumas tentativas interessantes de respostas, permitindo ao aluno construir conhecimento com base na exploração de funções e construções.

Considerações finais

Após a apreciação dos resultados e tipo de respostas obtidas, concluiu-se que, em termos de classificações, o pré-teste prático superou o pré-teste teórico, diminuindo o número de respostas incorrectas e aumentando o número de respostas correctas por questão.

O Cabri, para além de se ter confirmado uma mais valia durante a abordagem da unidade didáctica em estudo, revelou-se uma ferramenta muito interessante ao serviço, efectivo, de momentos mais formais de avaliação, quer no caso da avaliação diagnóstica quer mesmo no caso da avaliação sumativa (ver Silva, 2005; Cabrita e Silva, 2004 e Silva e Cabrita, 2005), aspecto que urge continuar a explorar.

Importa então analisar, de uma forma sistemática, as potencialidades deste e de outros A(D)GD's no respeito pelos princípios mais relevantes da avaliação *para* as aprendizagens, a saber:

"A avaliação deve promover a equidade.

A avaliação deve revelar o que os alunos sabem e o modo como usam o saber.

A avaliação deve melhorar as aprendizagens

A avaliação deve ser um processo coerente.

A avaliação deve ser um processo transparente.

A avaliação deve ocasionar informação variada e contextualizada para inferências válidas.

A avaliação deve assentar na circularidade da informação" (Correia, 2004, p. 7).

Bibliografia

Abrantes, P. (1997). A tecnologia no currículo de Matemática: dez anos de investigação em Portugal. In *Educação Matemática* (45). Lisboa: APM (p.27-31).

Bellemain, F. (1992). *Conception, réalisation et expérimentation d'un logiciel d'aide à l'enseignement de la géométrie : Cabri-géomètre*. Grenoble: Universite Joseph-Fourier (Tese de Doutoramento).

Bellynck, V. (1999). *Introduction d'une vue textuelle synchronisée avec la vue géométrique primaire dans Cabri-II*. Grenoble: Universite Joseph-Fourier (Tese de Doutoramento).

Borges, C. (1994). *A linguagem Logo no ensino/aprendizagem de conceitos geométricos no 7º ano de escolaridade*. Aveiro: Universidade de Aveiro (Dissertação de Mestrado).

Cabrita, I. e Silva, R. (2004). *Análise de um ambiente dinâmico de geometria dinâmica – Cabri-Géomètre II*. Comunicação apresentada no Seminário – Utilização e Avaliação de Software Educativo, Torre do Tombo, promovido pelo DGIDC – Ministério da Educação, 21 de Dezembro de 2004 (em publicação). http://www.minerva.uevora.pt/sacausef/

Carvalho, N. (s/d). *Um ensaio de especificação das condições sob as quais os problemas de construção podem contribuir à entrada no estudo do caráter funcional de transformações*. http://www.uniandrade.br/simposio/pdf/mat122.pdf (acedido em 12/03/2005)

Coelho, M. (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 (Dissertação de Mestrado).

Coelho, M. e Saraiva, M. (2002). *Ensino e aprendizagem da geometria*. Covilhã: Secção de Educação Matemática, Sociedade Portuguesa de Ciências da Educação (SPCE).

Correia, E. (2004). *Avaliação das aprendizagens – uma carta de princípios. Cenários de avaliação*. Colecção Textos Pedagógicos nº 11. Aveiro: Universidade de Aveiro

Junqueira, M. (1995). *Aprendizagem da geometria em ambientes computacionais dinâmicos: Um estudo no 9º ano de escolaridade*. Lisboa: APM (Dissertação de Mestrado – Universidade Nova de Lisboa. Faculdade de Ciências e Tecnologia. Secção Autónoma de Ciências Sociais Aplicadas. Ciências da Educação).

Junqueira, M. e Valente, S. (1998). *Exploração de construções geométricas dinâmicas – materiais para a sala de aula*. Lisboa: APM.

Lajus, S. & Magnier, M. (1998). *A Escola na Era da Internet*. Lisboa: Instituto Piaget.

Leme da Silva, M. (1997). *Teorema de Tales: uma engenharia didática utilizando o Cabri-Géomètre*. São Paulo: PUC-SP(Dissertação de Mestrado). http://www.proem.pucsp.br/TESES/M_CELIA2.HTM (acedido em 12/03/2005).

Matos, J. (1987). *A Natureza do Ambiente de Aprendizagem Criado com a Utilização da Linguagem LOGO no Ensino Primário e as suas Implicações na Construção do Conceito de Variável*. Lisboa: Provas de Aptidão Pedagógica e Capacidade Científica na Universidade de Lisboa.

Matos, J. (1997). Modelação matemática: o papel das tecnologias de informação. In *Educação Matemática* (45). Lisboa: APM (p.41-43).

Piteira, G. (2000). *Actividade matemática emergente com os ambientes dinâmicos de geometria dinâmica*. Lisboa: APM (Departamento de Educação da Faculdade de Ciências – Dissertação de Mestrado).

Ponte, J., Matos, J. e Abrantes, P. (1998). *Investigação em educação matemática: implicações curriculares*. Lisboa: IIE.

Rodrigues, M. (1997). *A aprendizagem da Matemática enquanto processo de construção de significado mediada pela utilização do computador*. Lisboa: departamentos de

Informática e Educação da Faculdade de ciências. Universidade de Lisboa (Dissertação de Mestrado).

Sangiacomo, L. (1996). *O processo da mudança de estatuto: de desenho para figura geométrica. Uma engenharia didática com o auxílio do Cabri-Géomètre*. São Paulo: PUC-SP (Dissertação de Mestrado). http://www.proem.pucsp.br/TESES/SANGIACOMO2.HTM (acedido em 12/03/2005)

Silva, R. (2005). *Análise e avaliação do Cabri-Géomètre – um estudo no 9º ano de escolaridade no âmbito da Geometria*. Aveiro: Universidade de Aveiro. (Dissertação de Mestrado)

Silva, R. e Cabrita, I. (2005). Avaliação do Cabri-Géomètre - um Estudo no 9º Ano de Escolaridade. *Challenges 2005*, 11-13 de Maio, Braga: Centro de Competência Nónio Século XXI da Universidade do Minho, p.141-153. ISBN 972-8746-13-05 (versão CD-ROM).

Silveira, B. (2002). Cabri, Cinderella e Sketchpad. In *Educação Matemática* (70). Lisboa: APM (p.5-9).

Veloso, E. (2002). Cabri, Cinderella e Sketchpad. In *Educação Matemática* (70). Lisboa: APM (p.5-9).