

A UTILIZAÇÃO DE AMBIENTES GEOMÉTRICOS DINÂMICOS NO ENSINO E APRENDIZAGEM DE GEOMETRIA – UM CURSO DE GEOMETRIA NO 9º ANO DE ESCOLARIDADE (3º CICLO DO ENSINO BÁSICO)

Maria José de Oliveira Rodrigues Carvalho

Escola Básica de Santa Marinha
Universidade Católica Portuguesa
mariajoserodriguescarvalho@gmail.com

António Manuel Valente de Andrade

Universidade Católica Portuguesa
aandrade@porto.ucp.pt

Eduardo Luís Cardoso

Universidade Católica Portuguesa
elcardoso@esb.ucp.pt

Resumo: A crescente necessidade de proporcionar ambientes de ensino/aprendizagem mais ricos, geradores de contextos mais estimulantes e mais desafiantes, que permitem aos alunos desenvolver a sua capacidade para explorar, conjecturar, raciocinar logicamente, contribuiu para implementar esta investigação. A escolha do conteúdo Geometria tem por objectivo proporcionar o desenvolvimento de tais capacidades, uma vez que os Ambientes de Geometria Dinâmica (AGD), como o Compass and Ruler (C.a.R.), são tidos como um poderoso instrumento de ensino de Geometria.

Neste estudo pretendemos compreender a potencialidade do C.a.R. como mediador no processo de ensino/aprendizagem da Geometria, quer no que respeita ao desenvolvimento matemático, quer no que concerne à atitude dos alunos.

Foi objectivo principal desta investigação averiguar da eficiência do Ambiente de Aprendizagem para o Ensino Básico, utilizando uma metodologia blended learning – b-learning, ancorado no site <http://carmate.weebly.com>, cuja construção se centrou nas teorias de aprendizagem construtivistas e numa perspectiva colaborativa.

Findos os três meses da implementação da investigação, coube aos alunos proceder de forma autónoma à elaboração de propostas de trabalho, desafios estes que foram apresentados aos professores de diversas escolas. Apresentaram os seus trabalhos num workshop onde a inversão de papéis foi inevitável: os aprendentes tornaram-se professores e vice-versa. Os alunos partilharam as suas aprendizagens sobre o software C.a.R. evidenciando as potencialidades deste, constatadas através das suas criações.

Palavras-Chave: Matemática, *Software*, Aprendizagem, Construtivismo, Autonomia

1. ENQUADRAMENTO

Na sua actividade profissional, todos os dias os professores de Matemática se debatem com índices de insucesso socialmente considerados alarmantes. Como prova disso temos todos os anos o destaque que a comunicação social dá aos resultados negativos obtidos nos exames nacionais da disciplina. Por isso, professores e investigadores em

Educação Matemática desenvolvem esforços para a superação das dificuldades patenteados pelos alunos.

A nível de exame nacional é precisamente o conteúdo «Geometria» que maior peso tem (cerca de 40%) e onde se regista maior índice de insucesso, segundo informações disponibilizadas pelo GAVE (2006).

Por outro lado, cada vez mais é exigido aos alunos que sejam capazes de explorar, investigar propriedades e relações geométricas, conjecturar e validar, raciocinar logicamente, resolver problemas, comunicar matematicamente, construir e compreender conceitos e pequenas demonstrações.

O Departamento de Educação Básica do Ministério da Educação no Currículo Nacional do Ensino Básico – Competências Essenciais (2001) considera que todos os alunos, a nível da geometria, devem ter:

«aptidão para realizar construções geométricas e para reconhecer e analisar propriedades de figuras geométricas, nomeadamente recorrendo a materiais manipuláveis e a *software* geométrico» (ME, 2001, p. 62).

A utilização do computador na aula de Matemática tem sido alvo de vários estudos, com resultados satisfatórios para o processo ensino – aprendizagem.

A aplicação do projecto C.a.R. no Ensino Básico surge da ideia de conciliar a aprendizagem de um *software* de geometria dinâmica, com o gosto por aprender Geometria.

Deste modo e com esta ferramenta podemos desenvolver algumas competências importantes que, segundo Fainholc (1999), podem levar a desenvolver alguns padrões-base para a concepção de materiais que promovam a interactividade, a partir de aprendizagens que agradem e interessem, orientem e contextualizem, apoiados em conhecimentos prévios, estimulando assim a investigação e a aplicação.

Há que salientar a autonomia, como sendo um aspecto importante na aprendizagem, numa perspectiva de construção activa e baseada nas estruturas individuais do saber, como um estudo auto-gerido ao encontro da concepção construtivista do conhecimento.

Outro aspecto não menos importante é a partilha de saberes, proporcionadas pelo investimento na construção do conhecimento individual, voltada para o grupo de trabalho.

Pertence às tecnologias um desempenho fundamental, ao proporcionarem papéis activos e interventivos dos alunos, tornando-os mais autónomos e responsáveis, no e pelo processo de aprendizagem (Bitter e Hatfield, 1998; Franco e Lopes, 2004; Lima, 2006) enquanto motivam para a aprendizagem, pelas atitudes positivas que, em grande parte dos casos, eles criam (Ponte e Canavarro, 1997; Ponte et al., 2003).

«As novas tecnologias são ferramentas essenciais para ensinar, aprender e fazer matemática» (NCTM, 2000, p.11).

De acordo com Matos e Serrazina (1996) a disponibilidade dos meios informáticos, no ensino, contribuem para o desenvolvimento de processos de ensino/aprendizagem muito poderosos. Salientando que as aplicações como o Cabri-Geomètre, o Derive ou o Mathematica fazem parte integrante do material utilizado nas salas de aulas de Matemática de muitos países.

Nesta perspectiva a aprendizagem deve ter por base um ensino de qualidade, competindo ao professor o papel de mediar e permitir ao aluno uma concepção contrutivista da sua aprendizagem. Na utilização de Ambientes Geométricos Dinâmicos privilegiamos o movimento das imagens que permitem, através desta manipulação, concretizar a ideia de objectos variáveis. Tal dinâmica supera o que as imagens estáticas permitem visualizar, já que, quando se movem determinados elementos de uma construção, todos os outros se ajustam automaticamente, preservando todas as relações de dependência e as condições da construção inicial.

Esta característica faz com que os estudantes considerem a construção não como um desenho estático, mas como um conjunto de objectos ligados pelas suas relações geométricas, que podem ser visualizadas como permanecendo invariantes sob o arrastamento (Laborde, 1993), ou seja,

«a procura de tudo o que permanece constante, no meio de tudo o que varia» (Velo, 1998, p. 58).

Numa visão construtivista, o desenvolvimento de ambientes de aprendizagem podem facilitá-la segundo diferentes perspectivas. Na opinião D'Eça (1998) a escola diferente surge com o recurso às novas tecnologias e conseqüentemente leva a uma forma diferente de aprender, logo, a um aluno diferente e a um professor também diferente. Nesta perspectiva, o aluno passa a ser o «centro» das atenções, com um professor

definitivamente fora do seu pedestal, tornando a postura de ambos diferente, o que contribui para uma nova «cultura» da sala de aula.

2. QUESTÕES ORIENTADORAS DA INVESTIGAÇÃO

Questões Com o trabalho de investigação pretendemos responder às seguintes questões:

Será que a utilização de Ambientes Geométricos Dinâmicos (AGD) no ensino e aprendizagem de Geometria para o Ensino Básico, pode contribuir para melhorar os índices de aproveitamento/sucesso, podendo levar conseqüentemente ao desenvolvimento de capacidades matemáticas, tão importantes como compreender e relacionar objectos geométricos, formular conjecturas, estabelecer raciocínios lógicos, comunicar e usar correctamente a linguagem matemática?

Será que o recurso ao AGD leva os alunos a privilegiar apenas o que observam, limitando-se a esta evidência como forma de argumentação, sem que tentem conjecturar e estabelecer conexões?

Poderão os AGD contribuir para uma nova aprendizagem da Geometria tornando os alunos mais interessados e autónomos?

Em que medida o modelo organizacional e pedagógico do site «carmate» afecta as actividades dos participantes, na construção do conhecimento e em que medida este desenvolve as suas competências?

3. METODOLOGIA

A opção metodológica adoptada será predominantemente qualitativa, pois pretendemos observar, descrever, interpretar e intervir nos processos desenvolvidos por alunos (Gall e al., 1996), do 9º ano de escolaridade, em tempo real, num contexto natural de sala de aulas (Yin, 1989; Bogdan e Biklen, 1994), no estudo de conceitos geométricos, com recurso às novas tecnologias, nomeadamente ao site <http://carmate.weebly.com> e ao *software Compass and Ruler (C.a.R.)*.

Ao introduzir o site no ensino/aprendizagem poderemos averiguar a possível eficiência do Ambiente de Aprendizagem para o Ensino Básico, utilizando uma metodologia *blended learning – b-learning*.

Ao realizarmos o workshop sobre o C.a.R., pretendemos analisar a eficácia do ensino/aprendizagens, ao longo dos três meses, que se reflectiu no desempenho dos

alunos ao efectuarem as suas apresentações, de modo a revelarem aptidões para visualizar e descrever propriedades e relações geométricas, bem como fazer conjecturas e a justificar raciocínios, não esquecendo a capacidade para efectuar uma comunicação matemática correcta e eficaz.

Para a descrição e avaliação da experiência, recorreremos ao registo de observações, aos documentos produzidos pelos alunos, aos questionários respondidos pelos mesmos e pelos professores, e às entrevistas realizadas aos professores das duas turmas em estudo, segundo vertente presencial. Em relação à avaliação *e-learning* analisámos a quantidade e qualidade dos trabalhos efectuados fora do ambiente sala de aulas.

4. RESULTADOS PRELIMINARES

Neste trabalho de investigação que está a decorrer, examinámos características de um processo de ensino/aprendizagem em regime *b-learning*, que nos permitirá uma melhor e mais diversificada observação das atitudes dos alunos: colaborativas, construtivistas e autónomas.

Para Saraiva (1995) a atitude é vista como o propósito comportamental, que expressa um rumo perante o objecto em análise, que é condicionada pelas experiências e pelas predisposições que cada indivíduo revela, em relação a esse objecto, num dado ambiente, que de forma inequívoca, influencia de forma consciente, as respostas respeitantes ao objecto (Matos, 1992). Ao referimo-nos à organização da informação respeitante ao objecto em análise, referimo-nos às suas concepções (Saraiva, 1995).

Nesse sentido propusemos aos alunos a exploração de pequenas construções, a formulação e justificação de algumas conjecturas e a realização de pequenas demonstrações, com o objectivo de conseguir que fossem capazes de descrever e justificar essas construções, relacionando propriedades e estabelecendo relações geométricas e que fossem capazes de apresentar argumentos válidos, para a justificação de conjecturas, revelando-se esta actividade mais difícil para a maioria dos alunos e ainda não totalmente conseguida para cerca de 17%.

Para tal realizaram-se quinze sessões presenciais: uma com o objectivo de familiarizar os alunos com a nova metodologia de ensino; dez sessões onde os alunos trabalharam temas de Geometria com recurso ao C.a.R.; uma sessão de exercícios práticos do manual adoptado, com recurso aos instrumentos tradicionais, papel e lápis, que decorreu na sala habitual de aulas. Na última sessão os alunos resolveram uma ficha de avaliação

composta por dois momentos: a ficha resolvida em suporte papel e a mesma ficha resolvida em suporte informático, com recurso ao *software*. As restantes sessões destinaram-se à preparação das actividades para o *workshop*.

Para cada conceito de Geometria a explorar houve o cuidado de apresentar novas ferramentas do *software*. Deste modo permite-se que o aluno articule conceitos geométricos com a utilização de ferramentas específicas, proporcionando uma melhor visão da construção geométrica.

Nas sessões práticas com o C.a.R. e o site <http://carmate.weebly.com> foram já desenvolvidas diversas fichas de trabalho que abordaram vários temas de Geometria, centrados, essencialmente, no estudo da circunferência e dos polígonos.

As fichas de actividades destinadas ao exterior da sala de aulas, foram resolvidas pelos alunos de forma autónoma, sem qualquer recurso interno, o que permitiu uma organização livre do seu conhecimento. Estas fichas estiveram ancoradas no site em «auto actividades». As mesmas constituíram um recurso válido para a avaliação dos conhecimentos leccionados em sala de aulas, bem como do trabalho autónomo e individual dos alunos. A solicitação destes trabalhos teve início a partir da sétima sessão presencial. Cada aluno resolveu as fichas e enviou-as, através de correio electrónico ao professor que, por sua vez, as reenviou através do mesmo meio o respectivo *feedback*.

A avaliação do desempenho de cada aluno será o somatório das avaliações parcelares: trabalho colaborativo e actividades realizadas nas sessões presenciais, trabalho autónomo e actividades desenvolvidas enviadas, a ficha de avaliação em suporte papel e suporte digital, e as provas nacionais.

Podemos referir neste momento algumas conclusões do trabalho desenvolvido.

O *workshop* foi um exemplo positivo do trabalho colaborativo entre os alunos de cada uma das turmas envolvidas neste projecto. Os alunos escolhidos de cada uma das turmas, um grupo do sexo masculino e outro do sexo feminino, apresentaram um dos trabalhos integralmente elaborados por eles, a um público fora do comum: 44 professores de Matemática de diversos níveis de ensino. Esta inversão de papéis proporcionou algum constrangimento nos alunos que, timidamente, partilharam as suas aprendizagens sobre o software C.a.R., evidenciando as potencialidades deste.

Os docentes que assistiram à actividade pronunciaram-se por escrito, através de um questionário. Segundo Hoz (1998) este é um instrumento para recolha de dados

constituído por um conjunto mais ou menos amplo de perguntas, consideradas relevantes de acordo com as características que se deseja observar. Este, segundo Anderson (1998), tornou-se num dos instrumentos de recolha de informação mais usados. Acrescenta ainda que tal só é possível e bem construído, o que permite a recolha de dados fiáveis e razoavelmente válidos de forma simples, barata e atempada.

Os principais resultados levam-nos a concluir que a actividade atingiu os objectivos a que se propunha. Para 85% as actividades apresentadas foram consideradas pertinentes e 81% acredita que têm aplicabilidade em sala de aulas.

Após a apresentação das potencialidades do software, 92% considera que a sua utilização em sala de aula facilita a descoberta a compreensão dos conceitos e 88% considera-o um instrumento poderoso no apoio ao Ensino/aprendizagem. 96% dos professores acrescentam ainda que as aulas de Geometria, com este recurso, podem facilitar a aquisição e compreensão de conhecimentos, e 92% sublinharem algumas vantagens na sua utilização, no ensino/aprendizagem, uma vez que permite uma aquisição e compreensão de conceitos mais duradouros. Saliente-se que 27% dos inquiridos apresenta algumas desvantagens em trabalhar nas aulas com o C.a.R., nomeadamente para o 2º ciclo por entenderem que exigiria muito tempo para aprenderem a trabalhar com o programa, e para outros que pode esconder falhas reais na aplicação de conceitos.

Em relação à apreciação do desempenho dos alunos, 97% dos professores referiram que as fichas elaboradas pelos alunos foram consideradas claras, objectivas e com uma linguagem adequada à faixa etária a que se destinavam, e 89% entende que estas são exequíveis em sala de aula. Salientaram ainda que estas fichas revelavam articulação com o *software*.

No que concerne ao desempenho dos alunos no workshop, 88% refere que os alunos na resolução das tarefas revelaram segurança na aplicação das ferramentas do C.a.R. e 85% reparou que os conhecimentos sobre geometria revelados foram suficientes. Em ambos os casos 8% não tem opinião formada acerca dessas situações. Quanto à capacidade de comunicação Matemática 89% refere que os alunos a revelaram, embora 8% julgue que nesse ponto os alunos falharam. Refira-se ainda que 77% concorda que os alunos, na resolução das tarefas, revelaram facilidade em transmitir os seus conhecimentos, em

especial o grupo feminino, embora 19% discorde, numa forte alusão ao desempenho dos alunos masculinos.

Ao proceder a uma análise mais atenta dos resultados, observamos que há uma tendência para considerar pouco importante o software na sala de aula daqueles que não utilizam com frequência software nas suas aulas, cerca de 13% dos 23% que não utilizam este tipo de instrumento nas suas aulas.

Em relação ao trabalho individual, há a salientar dois factores importantes: o trabalho na sala de aula, o presencial e o trabalho autónomo e sem recurso à sala de aulas. Relativamente à primeira situação, refira-se que os alunos resolveram em dois momentos distintos (45 minutos + 45 minutos) a mesma ficha com recurso a dois suportes distintos: suporte papel com instrumentos de desenho e suporte digital com recurso ao C.a.R.. No final o somatório dos resultados parciais correspondeu a um ficha única, em que cada um dos recursos valia 50 pontos. Os alunos revelaram mais dificuldade na resolução da ficha em suporte papel e no manuseamento dos materiais de desenho, gastando mais de 45 minutos na sua resolução. A prova no C.a.R. foi resolvida de forma rápida e sem aparente dificuldade, não necessitaram dos 45 minutos destinados à sua resolução. Acresce dizer que os resultados foram globalmente positivos, pois registou-se um número maior de positivas nas provas, tanto em suporte papel como digital, em relação ao que acontece habitualmente.

Repare-se nas seguintes tabelas, contendo dados referentes à situação acima referida:

| Manteve o resultado | | Melhorou (*) | Piorou (**) |
|---------------------|----------|--------------|-------------|
| Positivo | Negativo | | |
| 44% | 20% | 24% | 12% |

(*) Melhorou = Nível negativo passou a nível positivo; (**) Piorou = Nível positivo passou a nível negativo

Tabela 1- Resultados dos dois tipos de provas

Em termos de resultados finais, obteve-se 59% de positivas. Análise por nível de desempenho global:

| Nível | | | | |
|----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| (0 - 19) | (20 - 49) | (50 - 69) | (70 - 89) | (90 - 100) |
| 6% | 35% | 35% | 15% | 9% |

Tabela 2 – Análise dos resultados por nível de desempenho

Importa analisar os resultados obtidos relativamente à influência na ordem pela qual os alunos fizeram a prova, uma vez que 50% dos alunos realizaram em primeiro lugar a prova em suporte digital, enquanto os restantes faziam a mesma prova em, suporte papel. Findos 45 minutos trocavam. Analisamos cada uma das situações separadamente:

Situação 1: Os alunos que primeiro realizaram a prova em suporte digital e depois a de suporte papel,

| Manteve o resultado | | Melhorou (*) | Piorou (**) |
|---------------------|----------|--------------|-------------|
| Positivo | Negativo | | |
| 53% | 26% | 5 % | 16% |

Tabela 3- Resultados dos dois tipos de provas

Observe-se que nesta situação houve um sucesso de 58% e de 42% de insucesso.

Situação 2: Os alunos que primeiro realizaram a prova em suporte papel e depois a de suporte digital

| Manteve o resultado | | Melhorou (*) | Piorou (**) |
|---------------------|----------|--------------|-------------|
| Positivo | Negativo | | |
| 44% | 17% | 22% | 17% |

Tabela 4- Resultados dos dois tipos de provas

Observe-se que nesta situação houve um sucesso de 66% e 34% de insucesso. Saliente-se que 43% dos alunos obtêm a mesma pontuação nas duas provas, independentemente da ordem pela qual foram realizadas.

Globalmente somos levados a concluir que **houve influência** nos resultados ao proceder à escolha de uma das situações referidas anteriormente: **Beneficiou** quem resolveu em primeiro lugar a prova em suporte papel; **Prejudicou** quem resolveu em primeiro lugar a prova em suporte digital.

Relativamente aos resultados obtidos no trabalho efectuado pelos alunos, fora da sala de aula, tendo como suporte o site <http://carmate.weebly.com>, verificámos que os alunos reagiram positivamente às solicitações para a realização dos trabalhos individuais propostos no site. Com base nestas observações construiu-se a seguinte tabela:

Tabela 5- Entrega de Trabalhos

É igualmente importante realçar que 38% dos alunos envolvidos no estudo realizaram e entregaram todos os trabalhos propostos, e cerca de 17% não realizaram pelo menos uma das actividades proposta.

5. Conclusões

Se por um lado é visível o empenho e a prontidão com que os alunos reagem às actividades a desenvolver com o C.a.R. e com o site, ainda é prematuro referir a quantidade e qualidade da compreensão da globalidade dos conceitos abordados.

6. Referências Bibliografia

Abrantes, P., Leal, L. C., & Ponte, J. P. (Eds.). (1996). Investigar para aprender Matemática. Lisboa: APM e Projecto MPT.
 Abrantes, P., Ponte, J. P., Fonseca, H., & Brunheira, L. (Eds.). (1999). Investigações matemáticas na aula e no currículo. Lisboa: APM e Projecto MPT.
 Anderson, Gary; Arsenault, Nancy (1999) Fundamentals of Educational Research. London: Falmer Press Teachers Library.
 Almeida, L., & Freire, T. (2004). Metodologia da Investigação em Psicologia e Educação (3ª edição). Braga: Psiquilíbrios.

| Actividades | Entregues | Entregues corretas sem apoio do prof | Entregues corretas com apoio do prof | Entregues Incorrectamente |
|-------------|-----------|--------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------|
| 1 | 56% | 30% | 25% | 1% |
| 2 | 59% | 20% | 39% | 0% |
| 3 | 51% | 13% | 38% | 0% |
| 4 | 59% | 13% | 35% | 11% |
| 5 | 59% | 13% | 35% | 3% |
| 6 | 60% | 20% | 25% | 15% |
| 7 | 62% | 17% | 30% | 15% |
| 8 | 65% | 25% | 35% | 5% |

APM (1998). Matemática 2001: Diagnóstico e recomendações para o ensino e aprendizagem da Matemática. Lisboa: APM.
 APM (2008). Princípios e Normas para a Matemática Escolar. Lisboa: Gabinete de Edição da APM
 Bogdan, R., & Biklen, S. (1994). Investigação Qualitativa em Educação. Uma Introdução à Teoria e aos Métodos. Porto: Porto Editora.
 Caraça, B. J. (1978). Conferências e Outros escritos. Lisboa: Editorial Minerva.
 Coelho, I. e Saraiva, J. (2002). Tecnologias no ensino/aprendizagem da Geometria. Em M. J. Saraiva, M. I. Coelho e J. M. Matos (Orgs.), Ensino e Aprendizagem da Geometria (p. 7-33). Covilhã: Secção de Educação Matemática e Sociedade Portuguesa de Ciências da Educação (SPCE).
 Gave (2006). Resultados do Exame de Matemática do 9º ano 2005 – 1ª chamada. Acedido em Fevereiro 7, 2008, de http://www.min-edu.pt/np3content/?newsId=63&fileName=relatorio_mat_2005_9ano.pdf
 Hill, M. & Hill, A. (2005). Investigação por Questionário.(2ª edição). Lisboa: Edições Sílabo.
 Hoz, Arturo (1985) Investigacion Educativa: Dicionário Ciências da Educação, Madrid:Ediciones Anaya, S.A.

- King, J. (1999). Teaching geometry in a time of change. Em E. Veloso, H. Fonseca, J. P. Ponte e P. Abrantes (Orgs), Ensino da geometria ao virar do milénio (pp. 7-16). Lisboa: Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa: Departamento de Educação.
- Lima, J. & Capitão, Z. (2003). e-learning e e-conteúdos. Acedido em Julho 10, 2008, de [HTTP://WWW.CENTROATL.PT/TITULOS/SI/E-LEARNING.PHP3](http://www.centroatl.pt/titulos/si/e-learning.php3)
- Matos, J. F. (1992). Atitudes e concepções dos alunos: Definições e problemas de investigação. Em M. Brown, D. Fernandes, J. F. Matos e J. P. Ponte (Orgs.), *Educação e Matemática* (pp. 123-171). Lisboa: Instituto de Inovação Educacional e Secção de Educação Matemática da Sociedade Portuguesa de Ciências e Educação.
- Matos, J. (2006). História do ensino da Matemática em Portugal: constituição de um campo de investigação. Revista Diálogo Educacional, Curitiba, v.6, n.18, p.11-18, maio./ago. 2006. Acedido em Março 15, 2008, de www2.pucpr.br/reol/index.php/DIALOGO?dd1=818&dd99=pdf
- ME (2001). Currículo Nacional do Ensino Básico – Competências essenciais. Acedido em Julho 10, 2008, de <http://www.dgidec.min-edu.pt/fichdown/livrocompetencias/LivroCompetenciasEssenciais.pdf>
- Ponte, J. P., Boavida, A. M., Graça, M. e Abrantes, P. (1997). *Didáctica da Matemática*. Lisboa: Ministério da Educação: Departamento do ensino secundário (DES).
- Ponte, J. P. e Canavarro, P. (1997). *Matemática e novas tecnologias*. Lisboa: Universidade Aberta.
- Ponte, J. P., Matos, J. M. e Abrantes, P. (1998). *Investigação em educação matemática: Implicações curriculares*. Lisboa: Instituto de Inovação Educacional.
- Saraiva, M. J. (1995). *O computador na aprendizagem da geometria* (Dissertação de mestrado, Universidade de Lisboa – Departamento de Educação da Faculdade de Ciências). Lisboa: APM.
- Yin, R. (1989). *Case study research: design and methodology*. London: Sage