

Ficha Técnica

Título: *Actividades de Investigação na Aprendizagem da Matemática e na Formação de Professores*

Organização: *João Pedro da Ponte, Conceição Costa, Ana Isabel Rosendo, Ema Maia, Nisa Figueiredo, Ana Filipa Dionísio*

Capa: *Sofia Ponte*

Editor: *Secção de Educação e Matemática da Sociedade Portuguesa de Ciências de Educação*

1ª Edição: *Dezembro de 2002*

Tiragem: *500 exemplares*

Depósito legal: *189320/02*

ISBN: *972-8614-03-9*

Impressão: *Gráfica 2000*

Este livro é publicado com o apoio da
Fundação Calouste Gulbenkian

O XI Encontro de Investigação em Educação Matemática teve o apoio do Instituto de Inovação Educacional, da Escola Superior de Educação de Coimbra e do Departamento de Matemática da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra

Índice

- 1 Introdução
João Pedro da Ponte, Conceição Costa, Ana Isabel Rosendo, Ema Maia, Nisa Figueiredo, Ana Filipa Dionísio
- 2 Divagações sobre investigação matemática e o seu papel na aprendizagem da matemática
Carlos Braumann
- 3 A aula de matemática como espaço epistemológico forte
Paulo Oliveira
- 4 Investigações matemáticas e profissionais na formação de professores
Lurdes Serrazina, Isabel Vale, Helena Fonseca
- 5 O trabalho investigativo nas aprendizagens iniciais da matemática
Cristina Martins, Ema Maia Hugo Menino, Isabel Rocha, Manuel Vara Pires
- 6 Investigações matemáticas na aprendizagem do 2º ciclo do ensino básico ao ensino superior
Leonor Santos, Joana Brocardo, Manuela Pires, Ana Isabel Rosendo
- 7 A brincar... aprendemos matemática
Alice Tinoco
- 8 A calculadora no 1.º ciclo: Mero instrumento de verificação ou algo mais?
Ema Mamede
- 9 Abordagem dos numerais decimais no 1º ciclo do ensino básico sustentada por actividades significativas de resolução de problemas
Isabel Vizinho, Isabel Cabrita
- 10 O Cabri-géomètre e a construção de uma nova cultura matemática
António Ribeiro
- 11 A bola de futebol como um importante aliado na aquisição de novos conhecimentos
Ulta Vieira Tramm

O *Cabri-Géomètre* e a construção de uma nova cultura matemática

António Ribeiro

Escola Superior de Educação, Instituto Politécnico de Viseu

antonioribeiro@teotonio.ipv.pt

Isabel Cabrita

Departamento de Didáctica e Tecnologia Educativa, Universidade de Aveiro

icabrita@dte.ua.pt

Num artigo recentemente publicado, Ribeiro e Ponte (2000) afirmam que se vive um tempo de grande prosperidade no que se refere às novas tecnologias e que, "progressivamente, a escola vem incorporando estas tecnologias tanto na sua actividade geral como nas áreas curriculares e, em particular, na disciplina de Matemática" (p. 3).

A acessibilidade dos equipamentos em termos de custos, as persistentes recomendações provenientes das mais variadas instâncias, o redobrar das acções de formação nestes domínios e os frutos de algumas reformulações curriculares, contribuíram, certamente, para este cenário que, numa abordagem mais superficial, deixa transparecer que, em termos de educação, já tudo está bem. Porém, este processo não tem sido pacífico, não o será certamente nos próximos anos e nem as suas consequências se têm traduzido em melhorias significativas em termos de aproveitamento escolar dos alunos.

Continua a dizer-se que a educação está mergulhada numa profunda crise e que a escola, como instituição, não responde às exigências da sociedade nem contribui, de forma significativa, para minorar o insucesso a que todos nós, mais ou menos, nos habituámos. Este insucesso não parece desvanecer-se com o tempo, apesar dos evidentes esforços por parte quer dos investigadores quer dos professores quer mesmo das organizações profissionais apesar das diversas políticas quer à nível da formação de professores quer a nível das reformas

Entre as disciplinas mais controversas encontra-se a Matemática que tem contribuído fortemente para a descrença, o pessimismo e algum desprestígio a que todos assistimos quando se fala de educação e a área da Geometria a que tem sido mais fortemente penalizada.

Pode tratar-se apenas de uma coincidência mas não deixa de ser curiosa uma relação muito próxima entre duas tendências: um abandono progressivo da Geometria por parte dos professores e um desinteresse crescente em relação à Matemática por parte dos alunos que, como se tem dito, muitas das vezes é justificado pelo facto desta disciplina ser encarada como uma disciplina sem qualquer relação com a realidade e como um amontoado de regras e procedimentos sem qualquer relação entre eles o que lhe confere pouca coerência. Outros intervenientes no processo apresentam outras justificações nomeadamente a má preparação dos alunos em anos anteriores, o nível socio-económico e cultural baixos, a falta de esforço, estudo e atenção por parte dos alunos, a excessiva carga curricular, dificuldades na língua materna ou, simplesmente, a dificuldade intrínseca da própria Matemática.

Esta situação, altamente preocupante, até pela importância de que esta ciência se reveste no dia-a-dia profissional e pessoal dos cidadãos, tem merecido, por parte de toda a comunidade educativa, uma atenção especial e conduzido a inúmeros estudos, sobre os mais variados aspectos, que se pensa estarem na génese do problema.

A natureza do conhecimento bem como a sua origem, os métodos e processos de ensino, o papel do professor, de uma disciplina ou, de uma forma mais geral, o papel da escola, têm sido temáticas bastante abordadas. Em paralelo, as concepções que os professores apresentam sobre diferentes aspectos da sua vida profissional, bem como a forma como estas podem intervir no modo de estar, ser e agir na sua actividade, têm vindo a merecer, desde há alguns anos a esta parte, uma atenção, também ela muito especial, de diversos investigadores (Boavilla, 1993; Canavaro, 1993; Duarte, 1993; Fennema e Loef, 1990; Monteiro, 1992; Ponte, 1992; Ribeiro, 1995; Serrazina, 1993; Thompson, 1992; Vale, 1993) que têm, no entanto, chegado a conclusões algo contraditórias. Enquanto que, por exemplo, Fennema e Loef (1990) e Thompson (1992) referem que alguns estudos revelam que não existem relações directas entre as concepções e as práticas, Vale (1993) atribui uma importância praticamente determinante das concepções sobre as práticas. Investigadores, mais moderados, consideram que as concepções estão presentes e agem, de uma forma um pouco mais discreta, no modo como actuam os professores em contexto de sala de aula.

flexibilização curricular e sobre a autonomia dos professores; a investigação sucede-se e procura intervir, nomeadamente, nas práticas, estudando as concepções admitindo que, de uma forma ou de outra, estão ligadas entre si.

Apesar de todos os esforços, o panorama continua longe de ser animador. A formação inicial não prepara efectivamente o professor para o mundo do trabalho, e quem depositou alguma esperança na formação contínua começa a perdê-la já que o modelo mais seguido por quem a propõe e a procura, se encaminhou para um modelo escolástico - o mais fácil de implementar - começando a dar-se conta de certas fragilidades e a propor-se uma contextualização da formação, levando a acreditar que também não tem tido muito sucesso.

Ao professor, a quem se exige que cada vez mais esforços no sentido de renovar a sua prática por forma a proporcionar aos seus alunos oportunidades para que estes atinjam patamares de conhecimentos cada vez mais elevados e que se tornem cidadãos intervenientes, activos, críticos e, ao mesmo tempo que vão conhecendo a realidade a ela se adaptem e a modifiquem, querem impor-lhe, por decreto, uma mudança de padrões de crenças, valores, hábitos e práticas. Em causa está uma toda uma cultura social assimilada pelos professores e que consciente ou inconscientemente caracteriza todo o seu profissionalismo e que engloba, naturalmente, uma cultura matemática.

Enquadramento teórico

Algumas investigações (Duarte, 1993; Guimarães, 1988; Ribeiro, 1995) apontam no sentido de que a Matemática continua a ser uma disciplina: que se ensina de uma forma mais ou menos rotineira, sucedendo-se, sistematicamente, os momentos de prática aos de exposição de assuntos abordados de forma estanque dentro da matemática e sem conexões com outras áreas disciplinares e com a própria vida diária; onde, raramente, se confrontam os alunos com situações significativas; onde, raramente, se formulam questões que conduzam à reflexão e à discussão (Correia, 1995); onde, raramente, se utilizam materiais didácticos os quais poderão contribuir para a promoção de novas e melhores relações com a Matemática; onde, raramente, se utilizam calculadoras e/ou computadores como tecnologias inovadoras e com potencial mundialmente reconhecido e recomendado (e.g., ERT, 1997; Despacho 139/ME/90 de 16 de Agosto).

Em Portugal, assistimos à publicação de um documento fundamental em termos de orientações relativamente à organização e gestão curricular do ensino básico (Despacho 139/ME/90 de 16 de Agosto) onde, de forma explícita, se recomenda a utilização das Novas Tecnologias em geral e, de uma forma particular, no processo ensino e aprendizagem da Matemática. O objetivo

fundamental foi o de orientar a principal tarefa dos professores e que consistia (e consiste) em “conseguir que as crianças desde cedo aprendam a gostar de Matemática”.

Passados quase quinze anos sobre a publicação do referido documento legal, quase meia geração quando se pensa em termos de tempo efectivo de actividade profissional de um docente, a realidade a que se assiste não é ainda a mais animadora.

Com efeito, passados quatro anos sobre a entrada em vigor do já referido despacho, a percentagem de insucesso em Matemática era ainda elevada. Este insucesso traduzia-se, segundo Ponte (1994), pelos maus resultados dos alunos nos testes e exames, mas muito especialmente pela sua generalizada dificuldade na resolução de problemas, no raciocínio matemático, às vezes nas tarefas mais simples e, sobretudo, no seu desinteresse crescente em relação à Matemática. O mesmo insucesso continua a traduzir-se em 2001 numa elevada percentagem de alunos de todos os níveis de ensino (Diário de Notícias, 19 de Novembro de 2001) como que a confirmar a conclusão de Ponte quando, em 1994 afirmava (com alguma ironia) que a investigação em educação matemática apontava no sentido de que esta disciplina tinha sido “socialmente concebida precisamente para conduzir ao insucesso” e que era “ensinada de modo a ser difícil”.

De facto, as estatísticas nacionais e internacionais com que somos confrontados, confirmam que a disciplina de Matemática é, cada vez mais encarada como uma disciplina difícil, selectiva, só para alguns “iluminados”, situação que é encarada por alguns como inevitável assumindo mesmo características de fatalidade hereditária (Ribeiro, 1995).

Ora, as instituições de formação têm uma grande responsabilidade na preparação do futuro que se adivinha cada vez mais incerto e que tem motivado sistemáticas reformas nos planos de estudo, muitas vezes precipitadas, numa tentativa de acompanhar o rápido evoluir quer do conhecimento quer dos desafios que se colocam a uma geração caracterizada fundamentalmente por uma revolução tecnológica.

Apesar disso, a preparação que é feita ao futuro professor, nomeadamente do 1º ciclo, continua a ser deficitária nestes domínios.

Num estudo efectuado por Ponte e Serrazina (1998) e cujo objectivo foi “fazer uma radiografia geral da formação em Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) proporcionada aos alunos dos cursos de formação inicial de professores em Portugal” pode ainda verificar-se que, apesar de na maioria dos cursos se fornecer já uma preparação básica em TIC, essa preparação não é perspectivada ainda em termos de utilização educativa.

Laborde e Laborde 1992; Matos, 1992; Moreira, 1995; Ponte e Serrazina, 1998; Saraiva, 1992) argumentam os mais pessimistas que promovem alguma preguiça mental e o isolamento, não contribuem para o desenvolvimento de capacidades de cálculo nem de raciocínio e que podem dificultar a socialização dos alunos. Como “pano de fundo” (expressão de Ponte, 1992), para explicar as diferentes formas de encarar o computador e do seu potencial no processo de ensino e aprendizagem, vamos encontrar diferentes formas de encarar o papel da Escola, do professor, do aluno ou da disciplina no contexto do plano de estudos.

Shulman (1986), acredita que o modo como é encarado o papel da escola, o papel do professor ou, em particular, o modo como é encarada uma dada disciplina, o papel que lhe é atribuído no conjunto de um plano de estudos, a maior ou menor importância que lhe é reconhecida no contexto da vida pessoal, social ou outros, contribui, à semelhança do “conhecimento de conteúdo” ou do “conhecimento didáctico”, para o modo como essa disciplina é ensinada.

Hargreaves (1995), alargando o espectro de influências sobre aquilo que se passa em contexto de sala de aula refere-se às culturas profissionais dos professores compreendendo estas, não só as concepções mas também os valores, os hábitos e os caminhos assumidos por comunidades de professores ao longo de vários anos.

Desta forma, toma-se insuficiente procurar padrões de comportamento, partindo-se do princípio de que subjacentes têm apenas determinados padrões conceptuais. Aliás, Santos (2000) considera que “os professores podem comportar-se de acordo com programas de formação em exercício que se encontrem a frequentar, ou com mudanças estabelecidos pela administração escolar mas não mudarem as suas ideias, valores ou crenças”. Esta convicção é, segundo esta investigadora, igualmente partilhada por Ost (1991) que admite a possibilidade de determinado comportamento ser apenas temporário sendo necessário dar atenção às culturas profissionais e que se caracterizam segundo Hargreaves (1995) pelo facto de compreenderem crenças, valores, hábitos e caminhos assumidos de fazer coisas em comunidade de professores que tenham trabalhado com questões e restrições similares ao longo de vários anos ao que Santos (2000) acrescenta a forma como podem ser conhecidas referindo, nomeadamente, através daquilo que os professores pensam, dizem e fazem.

Apesar de Geometria ter sido uma área da Matemática mais penalizada parece ser todavia o área que mais promete contribuir para uma visão mais unificada da Matemática e, desta forma, promover uma nova cultura matemática.

Matos (2001) faz justamente referência a um projecto apoiado pela National Science Foundation, *Connected Geometry*, onde uma determinada abordagem da Geometria contribui para a construção de uma nova cultura matemática.

unificada desta área do conhecimento, permitindo uma ligação entre si das experiências que os alunos tinham em diversos ramos desta ciência, realçando temas unificadores internos da própria Matemática e favorecendo conexões entre a Matemática e as outras experiências dos alunos. Por outro lado, esta área tem beneficiado bastante com a evolução e vulgarização quer do computador quer de ferramentas específicas.

Coelho e Serrazina (2000), numa revisão de literatura sobre a utilização educativa do computador, constatarem efectivamente que este recurso “é referido sistematicamente como propiciador de potentes ambientes de ensino/aprendizagem e a geometria particularmente adaptada a explorar as virtualidades dos micromundos computacionais”.

Apesar de se verificarem ainda algumas limitações impostas quer por contingências económicas quer por convicções pessoais, a crescente vulgarização do computador e das ferramentas informáticas tem permitido o apetrechamento de algumas escolas, a diversificação de estratégias de ensino e tem apontado novos campos de investigação onde se tem reconhecido que a utilização do computador no processo de ensino e aprendizagem da Matemática facilita o tratamento de situações mais próximas na sala de aula. Esta realidade permite que o aluno canalize as suas preocupações para níveis de complexidade superiores libertando-o, desta forma, das preocupações ao nível do cálculo e permitindo a modelação e experimentação de hipóteses que de outra forma não seria possível.

Entre as ferramentas disponíveis para a abordagem da Geometria em ambientes geométricos dinâmicos (AGD) e que tem despertado um interesse crescente, por parte de educadores e professores de Matemática, é o *Cabri-Géomètre*. Esta ferramenta é “um programa amigável, que os alunos aprendem a dominar rapidamente” (Junqueira; 1995) e que se tem revelado “particularmente apropriada para apoiar um ensino renovado da Geometria” (Rodrigues, 1997) contribuindo para uma melhor compreensão das relações entre os conceitos geométricos e uma progressiva capacidade para o aluno pensar de um modo mais geral e abstracto (Olive, referido por Junqueira, 1995).

Porém, apesar de todos os esforços, Ribeiro e Ponte (2000), referindo-se ao caso português, caracterizam a integração das novas tecnologias nas práticas educativas como “um processo algo indefinido” e “sem rumo” considerando que “uma mudança emanada do centro para a periferia... não pode conduzir senão a processos erráticos” e, se existe um rumo, “não corresponde às intenções inicialmente formuladas” (p. 3).

Parece-nos natural que assim aconteça. Por um lado porque a invasão da sala de aula por instrumentos de trabalho que não se dominam bem e que impõem

profissionais e, por outro lado, porque em simultâneo, se lhes exigiu a adopção de uma nova maneira de encarar o seu profissionalismo submetendo-os a um sistema rígido quer em termos de ingresso na carreira quer em termos de progressão.

O problema da mudança das práticas dos professores e da consequente maior eficácia das escolas parece, pois, entroncar numa questão mais geral e que se prende com a mudança de culturas.

A propósito da existência de uma possível “password que abrirá a porta da sala de aula”, uma questão levantada por Cuban em 1986, retomada por Ribeiro e Ponte, e para a qual não existe uma resposta sugerindo que poderá ser múltipla e que poderá envolver ideias como “colaboração”, “reflexão sobre a prática lectiva” e “investigação” acreditamos que poderá envolver outras ideias tais como “persistência”, “paciência” e, quem sabe, um pouco de “sorte”. Persistência porque, se a resposta estiver ao nosso alcance, nos parece absolutamente necessário que se continue a persegui-la. Paciência porque a resposta pode não ser alcançada tão depressa quanto o desejado e sorte porque, ou a resposta está demasiado acessível, tão acessível que nos é difícil aceitá-la ou, pelo contrário, a probabilidade de se elaborar um algoritmo que combine tantos factores (uns conhecidos e de outros, porventura, ainda desconhecidos) é quase nula.

Ost (1991), considera que as novas tecnologias poderão contribuir para implementar a eficácia das escolas e das culturas de ensino. O grande desenvolvimento que se verifica ao nível da sua versatilidade e eficácia, a sua crescente vulgarização associada a novas propostas de utilização e ao envolvimento de novas gerações, poderão, talvez, fornecer o contexto para que finalmente, se encontre a tão almejada resposta.

O projecto de investigação

Esta investigação enquadra-se no projecto: “As TIC e a Construção duma (nova) cultura Matemática” a desenvolver na Universidade de Aveiro no âmbito da Unidade de Investigação Didáctica e Tecnologia da Formação de Formadores admitindo como princípio que as TIC, enquanto suporte de actividades significativas, podem desempenhar um papel importante nas influências que reciprocamente se podem admitir entre uma cultura matemática dominante, um conjunto de concepções e representações e as práticas lectivas, potenciando uma nova cultura matemática e tecnológica, corporizando, de alguma forma, as recomendações emanadas pelo Conselho de Ministros da União Europeia que reuniu em Lisboa no pretérito ano 2000 e que se traduziam, resumidamente, num plano de acção orientado para a promoção da “info-inclusão” e da superação de

lacunas nos domínios da “numeracia” tendo em conta o conceito de “sociedade do conhecimento” e do conceito derivado de “economia do conhecimento”.

Neste projecto parte-se do princípio de que: i) uma sólida educação matemática (e tecnológica) contribui para melhorar a qualidade de vida de todos os cidadãos; ii) existem dificuldades de natureza diversa para que a escola contribua para a construção duma cultura tecnológica que ultrapasse os aspectos lúdicos e tecnicistas e duma cultura matemática que ultrapasse o carácter instrumental, académico e descontextualizado e iii) o envolvimento activo e afectivo dos alunos no processo de construção do conhecimento pode contribuir, de forma inovadora, para uma cultura sustentada dialeticamente por representações e práticas que mutilam a capacidade dos cidadãos para se sentirem à vontade perante as incertezas e as mudanças (Cabrita e Correia, 1999).

A evolução é, regra geral, muito lenta porque nela intervêm muitos factores. A par de uma cultura matemática dominante na sociedade que conduz à construção de concepções e representações acerca do papel e funções do professor e do aluno e que, por sua vez, podem determinar as práticas de sala de aula, podem, igualmente, existir influências noutros sentidos, isto é, podem as práticas influenciar as concepções dos próprios professores e doutros indivíduos (pais, encarregados de educação, alunos, cidadãos em geral) contribuindo, desta forma, para uma nova cultura matemática que poderá não divergir substancialmente da primeira a menos que se considerem influências assimiláveis provenientes de factores externos a este ciclo.

Neste projecto de investigação parte-se dos seguintes princípios:

- A natureza das concepções é dinâmica, que se constituem desde cedo e que evoluem constantemente incorporando novas perspectivas, reformulando e modificando ideias;
- Paralelamente ao *background* matemático de cada professor a experiência que se tem enquanto aluno desempenha um papel importante na formação e reformulação das concepções que se criam acerca da Matemática;
- As concepções que os professores apresentam sobre a Matemática podem ter origem essencialmente na sua formação inicial;
- Alguns investigadores (Ponte, 1992; Thompson, 1984) encaram a possibilidade de mudança das práticas dos professores a partir do conhecimento que se possa ter e das relações que se possam estabelecer entre as concepções e as práticas e, finalmente que,
- Quanto mais for investigado acerca das concepções dos professores, sobre a matemática e sobre o ensino da Matemática, em melhores condições se fica para perceber como estas se formam e se modificam.

Considerando as influências recíprocas e dialécticas entre cultura matemática, concepções/representações e práticas de ensino os resultados desta investigação serão de extrema importância para aqueles que, tal como nós, estão envolvidos na formação académica pessoal e profissional de professores, numa tentativa de promover a melhoria da educação matemática na sala de aula, traduzindo-se os resultados desta investigação em novas propostas e recomendações de actividades significativas e inovadoras, complementando outras investigações enquadradas pelo mesmo projecto em desenvolvimento naquela Universidade.

Assim, parece importante as concepções e as representações que os diversos intervenientes apresentam sobre a Matemática, o seu ensino e o papel atribuído ao computador no processo de ensino e de aprendizagem, em particular no capítulo da Geometria.

Simultaneamente, parece importante estabelecer uma articulação entre os pontos caracterizados anteriormente e aquilo que, efectivamente, se passa em contexto de sala de aula.

Finalmente, é importante avaliar as alterações ao nível das concepções de todos os intervenientes neste processo e das práticas dos futuros professores de Matemática no 1º ciclo do ensino básico, induzidos pela frequência de uma disciplina do curso de formação inicial predominantemente vocacionada para a utilização do computador em contexto educativo, as quais estarão ao serviço da construção duma nova cultura matemática.

Para este estudo definiu-se, então, como a principal questão de investigação: em que medida a frequência, por futuros professores do 1º ciclo do ensino básico, de uma disciplina com uma vertente predominante de formação vocacionada para a resolução de situações problemáticas significativas em Geometria, utilizando uma ferramenta informática – *Cabri-Geomètre* – contribui para uma abordagem, por parte desses futuros professores, mais adequada, significativa e criativa da Geometria e, em última instância, para a construção de uma (nova) cultura matemática.

Metodologia

O estudo no terreno desenvolve-se ao longo de um ano lectivo e meio e envolve futuros professores do 1º ciclo do ensino básico, alunos do 1º ciclo do ensino básico, respectivos pais/encarregados de educação e professores cooperantes e supervisor.

Do plano de estudos do 3º ano do curso de professores do 1º ciclo do ensino

Semestre) e que, em parte, será utilizada pelo investigador para fazer uma iniciação a uma ferramenta informática – o *Cabri-Géomètre*. Pretende-se, com esta iniciação, apetrechar todos os alunos com os conhecimentos técnicos básicos à utilização de uma ferramenta específica para a resolução de determinado tipo de problemas de Matemática.

Um estudo prévio permitirá uma caracterização inicial dos alunos, principalmente no que respeita: às suas representações sobre a natureza da Matemática; o que significa, para eles, "saber Matemática"; o papel de um professor do 1º ciclo do ensino básico; o ensino desta disciplina; o papel do computador no processo de ensino e de aprendizagem, nomeadamente no campo de Geometria. Além disso, permitirá seleccionar os quatro alunos que estudaremos mais exaustivamente ao longo da experiência.

Posteriormente, os alunos frequentarão o 4º ano do curso de professores do 1º ciclo do ensino básico, de cujo plano de estudos consta uma disciplina de opção com duração de 45 horas distribuídas por 15 semanas e uma disciplina de Prática Pedagógica com 17 horas semanais ao longo de 30 semanas. Nessa fase, os alunos, com especial incidência nos quatro seleccionados, serão novamente estudados. A estes, serão feitos inquéritos, entrevistas e, tendo em conta que se encontram já em prática pedagógica, serão feitas observações directas e/ou videogravadas de algumas das suas aulas tendo como objectivos: a) recolher elementos que possam contribuir para a caracterização das suas concepções e práticas e b) permitir uma articulação de ambas.

Na disciplina de opção, que será regida pelo investigador, serão propostas actividades matemáticas significativas, para a resolução das quais será utilizado o *Cabri*.

Em simultâneo, o investigador fará o acompanhamento da Prática Pedagógica do(s) grupo(s) de estágio em que estejam integrados os alunos previamente seleccionados.

Tendo como objectivo caracterizar a cultura matemática dominante, serão, igualmente, estudados, os respectivos professores cooperantes bem como os respectivos alunos (alguns deles mais exaustivamente) e os respectivos pais e/ou encarregados de educação.

Ao longo do ano lectivo serão acompanhadas e analisadas algumas aulas com o objectivo de registar e interpretar eventuais evoluções. No final do ano serão novamente estudados os alunos (futuros professores), os professores cooperantes, os alunos do 1º ciclo estudados no início do ano e os respectivos pais e/ou encarregados de educação, com o objectivo de procurar alterações significativas ao

Os factores intervenientes no problema deste estudo são, pois, complexos, variados, difusos e não susceptíveis de se estabelecer um conjunto de causas-efeito. Só por si, estas condicionantes apontam no sentido de se utilizar uma abordagem do tipo qualitativo. Por outro lado, também não é possível estabelecer uma separação nítida entre sujeito investigado, investigador e objecto de estudo, uma característica das abordagens do tipo quantitativo. A ideia de permanência e de perenidade, isolados no tempo e no espaço que caracterizam, ainda segundo a mesma autora, as abordagens do tipo quantitativo está, neste estudo, fora de questão.

Considerando que se pretende uma descrição de uma realidade que não pode ser entendida de uma forma descontextualizada, onde o investigador deve estabelecer um contacto directo com a situação estudada com o objectivo de a perceber e de a retratar salientando não apenas os factos mas sobretudo o significado que as pessoas atribuem às coisas e à sua vida, deverá optar-se neste estudo por uma abordagem do tipo qualitativo na sua variante de estudo de caso (Yin, 1989).

O programa de formação

O recurso ao computador em geral e a uma ferramenta específica para o ensino e aprendizagem da Matemática em particular representa, uma espécie de revolução ideológica e, principalmente, metodológica. Esta recomendação provocou (e continua a provocar) algum mau estar entre os professores. A par de um *déficit* de formação, chamemos-lhe tecnológica e que colocou os docentes em circunstâncias pouco confortáveis face a uma crescente *literacia informática* dos seus alunos, conduziu-o a uma situação de "novas" exigências que decorreram, não apenas do evoluir do conhecimento (em parte permitido pelos avanços tecnológicos), mas daquilo que dele se esperava em termos de formação global dos alunos. Trata-se de uma nova forma de encarar o papel da escola e do professor, no fundo, uma nova mentalidade e uma nova cultura de ensino de certa forma imposta pelas TIC.

Ora, as instituições de formação têm uma grande responsabilidade na preparação do futuro que se adivinha cada vez mais incerto e a formação dos professores do 1º ciclo do ensino básico merece uma atenção muito particular. Por um lado porque se trata de um profissional polivalente e, por outro lado, porque é nesta fase que se definem muitas das preferências dos alunos, se criam motivações pessoais o que equivale a afirmar que é nestas idades que se iniciam

Passou-se, como já se disse, quase meia geração em termos de actividade profissional de um docente sobre a publicação do já referido Despacho nº 139/ME/90 de 16 de Agosto, uma eternidade quando se pensa e se vive em *MegaHertz*, ou seja, à velocidade que nos é imposta pela tecnologia. Mas, se é certo que muita coisa mudou como seja a velocidade, *performance* e fiabilidade dos equipamentos ou o volume de informação disponível *online*, também é certo que muita coisa só pode ser mudada aos poucos. Este programa de formação representa um esforço nesse sentido.

Objectivos

O primeiro princípio da Lei de Bases do Sistema Educativo de 1986 coloca em pé de igualdade a informação, os métodos e as técnicas específicas, os métodos e as técnicas pedagógicas. A secundarização epistemológica da formação pedagógica é, pois, negada por este princípio que, segundo Aparício (1990), manda formar um professor cientificamente competente, pedagogicamente competente, culturalmente competente e civicamente competente.

Assim, o presente programa deve contribuir para que os futuros professores do 1º ciclo do ensino básico:

- Dominem uma ferramenta informática (o *Cabri*) que lhes permita uma abordagem mais experimental e criativa da Matemática, nomeadamente numa das áreas mais preteridas, a Geometria por forma a que:
 1. Se sintam motivados para o estudo e para o ensino da Matemática;
 2. Se posicionem criticamente perante o conhecimento matemático, construindo uma postura de constante pesquisa e investigação neste domínio.
- Adquiram uma perspectiva de abordagem da Matemática baseada em actividades de resolução de problemas significativos para os alunos com vista à
 1. Consciencialização dos alunos sobre a importância e o significado social e cultural do saber matemático e
 2. Aquisição de competências comunicacionais específicas.

Em suma, que aprofundem os seus conhecimentos matemáticos na área da Geometria, que adquiram uma postura crítica perante o conhecimento e a forma como se constrói e, finalmente, que utilizem metodologias inovadoras no ensino desta disciplina.

Conteúdos programáticos

Nesta disciplina serão abordados dois blocos de conteúdos. Por um lado os conteúdos necessários para uma eficaz utilização do programa *Cabri-Géomètre* e, por outro lado, conteúdos na área da resolução de problemas. O contexto mais adequado para articular os dois blocos de conteúdos é a área da Geometria. Esquemáticamente, temos o seguinte:

Cabri-Géomètre

- Construção de pontos, rectas, semi-rectas e segmentos de recta;
- Construção e marcação de ângulos;
- Medição do comprimento de segmentos de recta e amplitudes de ângulos;
- Construção de polígonos e circunferências;
- Utilização das potencialidades do *Cabri* ao nível:
 - a) das transformações geométricas;
 - b) da construção do lugar geométrico;
 - c) da criação de MACROS;

Resolução de problemas

- A resolução de problemas como meio para o desenvolvimento de
 - a) Raciocínio e demonstração
 - b) Capacidade espacial
 - c) Linguagem e comunicação
 - d) Reconhecimento de padrões
 - e) Estabelecimento de conexões
- A Resolução de problemas como finalidade da aprendizagem.
- Alguns modelos de resolução de problemas (Polya, IDEAL, ...)
- As problemáticas da Educação Matemática, com especial incidência no contexto português.
- A Reforma Curricular e os programas actuais de Matemática.

Linhas metodológicas gerais

Uma das correntes psicológicas que se tem revelado mais promissora em termos de educação matemática é, segundo alguns investigadores (e.g., Cabrita, 2000), a corrente que apela ao envolvimento activo e efectivo dos alunos no processo de construção do conhecimento através de actividades o mais diversificadas e

baseadas nesta teoria epistemológica é, segundo Simon (1995, referido por Coelho, 1996), um desafio notável.

Uma das metodologias enquadráveis por esta corrente, e aquela que mais tem sido recomendada, baseia-se na resolução de problemas. Quem a recomenda, e são vários os investigadores (e.g., De Corte, 1992; Duarte, 1993; Laborde & Laborde, 1992; Matos, 1992; Moreira, 1995; Saraiva, 1992; Schwartz, 1993) e as organizações nacionais e internacionais de professores de Matemática (e.g., APM, NCTM), acredita que, por esta via, se desenvolvem nos alunos competências de níveis mais elevados como a competência de formular conjecturas, argumentar e defender as suas ideias, estabelecer conexões e relacionar várias áreas da Matemática, capacidades comunicacionais e de persistência, entre outras.

Considerando, por outro lado, que a Geometria é uma das áreas privilegiadas da Matemática, para desenvolver aquelas competências em contextos de resolução de problemas não rotineiros (Abrantes, Serrazina e Oliveira, 1999; DGEBS, 1991; NCTM, 1991), esta disciplina deverá constituir um espaço onde se potenciem as virtualidades oferecidas pelo *Cabri* no processo de ensino e aprendizagem da matemática ao mesmo tempo que se desenvolvem as referidas competências de nível mais elevado.

Assim, deverá privilegiar-se uma metodologia suportada na sua origem por problemas ou por situações problemáticas significativas no âmbito da Geometria e encorajados os alunos a recorrer sistematicamente ao programa de computador *Cabri*, para os resolver.

Para o efeito, o professor fará uma selecção de problemas ou situações problemáticas que serão resolvidos pelos alunos, preferencialmente em grupos de dois. Terminadas as tarefas, serão os grupos encorajados a debater a(s) solução(ões) encontradas no seio da turma. Com estas medidas pretende-se que, ao mesmo tempo que os alunos têm oportunidade para formular conjecturas, argumentar e defender as suas ideias, estabelecer conexões e relacionar várias áreas da Matemática, desenvolvam capacidades comunicacionais, de persistência, de colaboração e de reflexão, entre outras.

Jacobs (referido por Fernandes, 1985) salienta a necessidade de os professores se envolverem em actividades de resolução de problemas semelhantes às que esperam vir a proporcionar aos seus alunos. Para reforçar esta vertente, deverá ser solicitado aos alunos que, individualmente ou em grupos de dois, proponham situações que possam ser resolvidas utilizando o *Cabri* contribuindo, desta forma, para o desenvolvimento de outras capacidades nomeadamente a capacidade de imaginar e criar situações novas, adequadas ao nível de ensino em que os alunos (futuros professores) irão exercer a sua actividades profissional.

Avaliação

Tendo em conta as especificidades e objectivos desta disciplina, deverá optar-se por uma avaliação contínua que tomará em linha de conta a assiduidade fixando-se o mínimo de 30 horas de presenças, a pontualidade, o interesse e empenho manifestado ao longo das sessões. Será tida em conta, para além da capacidade demonstrada quer na resolução das actividades propostas quer na discussão e apresentação dos resultados, a criatividade e originalidade postas ao serviço da construção de novas propostas de actividades a serem trabalhadas com alunos do 1º ciclo do ensino básico.

Esta metodologia de avaliação, para além de valorizar todo um processo de envolvimento dos alunos, apresenta a vantagem de fornecer elementos que permitam ao professor a introdução dos ajustamentos que se vierem a revelar pertinentes, quer em termos de conteúdos programáticos quer em termos metodológicos.

As tarefas propostas ao longo das sessões fornecerão o contexto para avaliar o nível de envolvimento e participação dos alunos bem como a capacidade de colaboração, de argumentação e de estabelecimento de conexões entre várias áreas da Matemática em particular e outras áreas do conhecimento em geral.

Pretende-se que, perante as actividades apresentadas, os alunos se sintam motivados para a sua resolução, mobilizem conhecimentos matemáticos adquiridos em anos anteriores, os integrem e discutam com os colegas, encontrem soluções e as negoceiem com os restantes elementos da turma. Para além disso, pretende-se que, a partir das actividades apresentadas, imaginem e apresentem actividades adequadas a alunos do 4º ano do 1º ciclo do ensino básico.

No final do semestre, os alunos deverão fazer entrega de uma monografia individual cujo tema deverá incidir sobre a utilização das TIC no processo de ensino e aprendizagem de um conteúdo à sua escolha na área da Geometria.

Algumas conclusões prévias

Uma das questões que considerámos neste estudo, tem que ver com o evoluir das concepções nomeadamente sobre a Escola, sobre as funções/papéis do professor e dos alunos, sobre a Matemática, e mais concretamente sobre a Geometria, sobre o seu ensino, o papel do computador no processo de ensino e de aprendizagem dos futuros professores do 1º ciclo do ensino básico ao longo do seu último ano de formação.

A resposta a esta questão passa por caracterizar numa fase inicial os quatro domínios envolvidos no projecto e analisar as eventuais alterações. Porém.

pareceu-nos importante que se procedesse a uma caracterização ainda que de uma forma superficial, da cultura matemática da turma em que estão inseridos, sob o ponto de vista da suas convicções acerca do que consideram ser as principais funções da escola e dos professores do 1º ciclo, os objectivos da Matemática neste nível de ensino, as razões do insucesso nesta disciplina e ainda sobre as potencialidades educativas do computador.

Para fazer esta análise, distribuiu-se um inquérito numa versão ainda experimental. As dificuldades manifestadas pelos alunos no seu preenchimento contribuíram para que se procedesse a algumas reformulações.

Os alunos

Como foi referido, estes alunos frequentaram uma disciplina de Seminário no seu terceiro ano. No âmbito dessa disciplina foram-nos facultadas 16 horas onde se procurou fazer uma primeira abordagem exploratória ao programa *Cabri-Géométre*. No total, frequentaram estes conjunto de sessões, 29 alunos. O inquérito foi-lhes distribuído numa das sessões e foi recolhido passado uma semana. Para estes 29 alunos inquiridos não é fácil identificar dentro do programa do 1º ciclo do ensino básico, as áreas mais e menos importantes tanto mais que só em conjunto permitem uma boa formação dos alunos. A isso sendo quase obrigados, acabam por eleger as áreas de Língua Portuguesa e Matemática como as mais importantes por se considerarem áreas cujo domínio por parte dos alunos é importante para o domínio das outras. O facto de as áreas de Expressão e Educação Físico-Motora e Expressão e Educação Musical, Dramática e Plástica poderem ser desenvolvidas fora do contexto escolar justifica que, estas áreas, possam ser consideradas as menos importantes, caso seja necessário fazer esta selecção.

Para eles, o professor do 1º ciclo do ensino básico deve ser uma pessoa paciente, pontual e sociável, calma, cuidadosa, extrovertida e com os pés bem assentes na terra e deve preocupar-se com o desenvolvimento da curiosidade e do gosto pela aprendizagem. Para o efeito, deverá aproveitar as capacidades que os alunos já possuem e desenvolvê-las como forma de preparar os alunos para intervir na sociedade. Deverá, ainda, manifestar preocupações no sentido de proporcionar aos alunos um desenvolvimento do sentido de responsabilidade, hábitos de trabalho, hábitos de colaboração e partilha.

Estes alunos consideram que a Matemática é uma ciência pura, difícil mas com um pouco de arte. O conhecimento matemático é exacto, dinâmico, consistente e adquire-se de forma lógica.

Na sua perspectiva o objectivo fundamental do ensino da Matemática no 1º

capacidade de interpretação e intervenção na vida real bem como desenvolver a capacidade de resolução de problemas.

Estando a Matemática dividida em três blocos de conteúdos talvez os mais importantes sejam os blocos "Grandezas e medidas" e "Números e operações" pelo facto de se considerarem os blocos com mais utilidade prática e por melhor contribuírem para o desenvolvimento cognitivo do aluno. Menos importante, poderá ser o bloco 3, "Forma e Espaço" porque poderá ser abordado em anos posteriores e a sua abordagem carece de algum domínio dos outros dois.

No entender destes futuros professores, podem apresentar-se várias razões para justificar o facto de haver algum insucesso na disciplina de Matemática. As razões mais fortes prendem-se com o facto de, na maioria dos casos, ser abordada de forma pouco criativa e também porque as escolas ainda não estão suficientemente apetrechadas para proporcionar ambientes de aprendizagem mais adequados. Esta limitação poderá conduzir a que se recorra fundamentalmente a métodos expositivos, métodos esses que, não deixam margem de liberdade para que os alunos se envolvam em actividades autónomas. Como sugestões para ajudar a resolver o problema apresentam as seguintes:

- Ajustar melhor os objectivos, praticar abordagens mais significativas e inovadoras;
- Utilizar mais e melhores jogos didácticos;
- Utilizar metodologias de ensino com características mais lúdicas;
- Promover mais e melhor formação dos docentes e
- Tentar aproximar mais a Matemática da vida real.

Consideram que a motivação para a aprendizagem da Matemática é um aspecto fundamental e o computador pode, aí, representar um papel fundamental. Por outro lado, este equipamento representa ainda um contributo importante na medida em que pode tornar a disciplina de Matemática como uma disciplina mais criativa e mais dinâmica e pode ajudar o professor a diversificar as actividades que propõe.

Pensam que, contribuindo para uma maior autonomia dos alunos em termos de aprendizagem, o computador promove actividades mais significativas. Naturalmente que os professores deveriam frequentar mais acções de formação contínua como forma de se aperfeiçoarem cientificamente, pedagogicamente para utilizarem este recurso da forma mais conveniente contribuindo, desta forma, para minimizar o insucesso a Matemática.

Finalmente, é curioso registar o facto de haver alunos que, destacando-se da maioria, acreditam que antigamente se aprendia mais nas escolas do que nos dias de hoje, que as calculadoras pouco acrescentam à aprendizagem.

formalismo de um aluno que acredita que a verdadeira Matemática é aquela que se faz com recurso ao papel e ao lápis.

Os pais e encarregados de educação

Com o objectivo de caracterizar a cultura matemática dominante num determinado contexto social e que ultrapassa a caracterização dessa mesma cultura entre os alunos, futuros professores, elaborou-se um inquérito que já foi preenchido pelos pais/encarregados de educação dos alunos do 4º ano de escolaridade do 1º ciclo do ensino básico e cujos resultados não estão ainda analisados.

Aproveitando porém a oportunidade, levámos a efeito um estudo piloto realizado no ano lectivo de 2000/01 e que envolveu 24 pais/encarregados de educação a quem foram distribuídos inquéritos que depois de preenchidos nos foram devolvidos passado uma semana.

Com este inquérito pretendia-se atingir dois objectivos. Por um lado recolher algumas informações que permitissem caracterizar ainda que de forma superficial a cultura matemática dos sujeitos inquiridos nomeadamente sobre o que consideram ser as principais funções da escola e dos professores do 1º ciclo, os objectivos da Matemática neste nível de ensino, as razões do insucesso nesta disciplina e ainda sobre as potencialidades educativas do computador. Por outro lado este inquérito permitiu avaliar a sua adequação aos objectivos pretendidos e a introdução de alterações com vista a uma utilização posterior.

Os encarregados de educação fazem um acompanhamento dos seus educandos que se traduz fundamentalmente na verificação dos trabalhos de casa e, nalguns casos, na ajuda prestada para a sua elaboração. Raramente falam com os professores acerca dos seus educandos.

As áreas mais importantes são a Língua Portuguesa e a Matemática porque são a base de aprendizagens posteriores e as bases de qualquer profissão futura. Destas áreas, a da Matemática é aquela em que os alunos revelam maiores dificuldades.

O professor do 1º ciclo do ensino básico deverá orientar a sua actividade no sentido de desenvolver nos alunos o gosto pela aprendizagem ao mesmo tempo que deve fornecer bases sólidas e inculcar hábitos de trabalho para que os alunos possam prosseguir os estudos. No fundo, fazer uma formação académica sólida com vista ao êxito profissional.

Os objectivos fundamentais do ensino da Matemática são o desenvolvimento das capacidades de raciocínio e de cálculo. O professor, uma

a Álgebra. Se não tiver tempo de cumprir o programa deverá deixar por abordar os assuntos relacionados com a Geometria já que não será a área mais importante.

Apesar de a Matemática ser uma disciplina difícil e abstracta, características que, *de per sí*, já explicam o insucesso nesta área, existem outras razões que se prendem com o facto de haver pouco equipamento nas escolas e as metodologias de ensino não serem as mais adequadas, isto é, não promoverem o envolvimento dos alunos nas suas próprias aprendizagens.

Apesar de não ser de todo indispensável, o computador poderá contribuir para motivar os alunos, permitir uma maior individualização do ensino ao mesmo tempo que contribui para uma maior autonomia em termos de aprendizagem. Dado que a preocupação fundamental da escola se deve situar ao nível do domínio cognitivo, não são valorizados os contributos que esta tecnologia possa oferecer no domínio do social tal como a socialização dos alunos, a promoção do espírito de tolerância ou do diálogo entre os alunos e o professor.

Maioritariamente é assumido que a Matemática é a disciplina escolar que requer mais atenção, onde ainda se considera fundamental a memorização, onde não se pode ser muito criativo mas que é fundamental aprender independentemente dos métodos utilizados. Nos dias de hoje não se aprende mais na Escola do que antigamente e os professores deveriam por um lado ser mais exigentes em termos de conhecimentos dos alunos e, por outro lado, deveriam frequentar mais acções de formação contínua como forma de se aperfeiçoarem cientificamente, pedagógica e socialmente. Apesar de se acreditar que, em termos comparativos, actualmente os professores se preocupam mais com a educação dos alunos do que antigamente, estes são cada vez mais mal educados.

O programa de formação

Na altura em que este texto está a ser elaborado, o programa de formação ainda não terminou pelo que, ainda não foi possível fazer-se uma avaliação final nem do programa nem dos próprios alunos.

Tratando-se de uma disciplina de opção, que decorre num centro de informática e que tem a duração de 45 horas (3 horas por semana ao longo de 15 semanas) não foi possível seleccionar todos os alunos que frequentam o 4º ano do curso de professores do 1º ciclo do ensino básico, sendo a selecção feita por ordem de inscrição aquando das matrículas fazendo-se uma reserva de vagas para os quatro alunos que se tinham já demonstrado disponíveis para participar nesta investigação. No total frequentaram esta disciplina 24 alunos.

Pretendeu-se, com a oferta desta disciplina, servir dois objectivos. Por um

eventuais alterações de culturas matemáticas dos alunos que a frequentaram e, por outro lado, contribuir para que estes alunos, futuros professores do 1º ciclo do ensino básico, dominem uma ferramenta informática (o *Cabri*) que lhes permita uma abordagem mais experimental e criativa da Matemática, nomeadamente numa das áreas mais preteridas, a Geometria, por forma a que se sintam motivados para o seu estudo e para o seu ensino numa perspectiva baseada em actividades de resolução de problemas significativos e se posicionem criticamente perante o conhecimento matemático.

Os conteúdos programáticos definidos foram agrupados em dois blocos. No primeiro bloco – Bloco A – os alunos tiveram possibilidade de explorar as potencialidades do programa nomeadamente com a construção de figuras geométricas elementares utilizando as ferramentas disponíveis. O segundo bloco – Bloco B – foi essencialmente vocacionado para a resolução de problemas de carácter geométrico seleccionados pelo formador como meio para o desenvolvimento de algumas capacidades nomeadamente de raciocínio e demonstração, linguagem e comunicação, reconhecimento de padrões e estabelecimento de conexões entre diferentes áreas da Matemática.

Privilegiou-se, pois, uma metodologia suportada na sua origem por problemas ou por situações problemáticas significativas no âmbito da Geometria tendo os alunos trabalhado em grupos não uniformes. Regra geral, juntavam-se os alunos do mesmo grupo da disciplina de Prática Pedagógica.

Tendo-se constatado algumas dificuldades iniciais no domínio da ferramenta, as propostas de trabalho eram, no princípio, bastante dirigidas. Com o passar do tempo, o tipo de actividades propostas evoluiu para um tipo mais aberto proporcionando momentos de verdadeira discussão entre os elementos do grupo e oportunidades para a negociação de estratégias para a sua resolução.

Estabeleceu-se que os intervalos seriam quando fossem necessários e que cada aluno poderia entrar e sair da sala quando quisesse. Com esta medida pretendeu-se uma maior responsabilização dos alunos em termos de gestão do tempo e contrariar uma visão ainda presente de que as situações problemáticas se resolvem num tempo e espaço determinados. Com frequência, algumas situações transitaram para outras aulas permitindo aos alunos que nelas pensassem durante uma semana.

Pelo que se foi observando e pelas conversas informais que se foram tendo com os alunos, a sensação que se foi ficando a apontar no sentido de que consideram que esta disciplina é fundamental para a sua formação. No dizer de alguns, “foi um privilégio” ter podido frequentar esta disciplina e que deveria ser extensiva a todos os alunos e não pudessem fazer. Por outro lado, há alunos que lamentam

com os seus alunos a utilização do *Cabri* mesmo tratando-se de alunos do 3º ou 2º ano de escolaridade. No entender destes alunos, também aí, o *Cabri* poderia ser útil para uma nova visão da Matemática.

Finalmente, face às dificuldades apresentadas na resolução de algumas situações, pode concluir-se que a formação matemática que foi feita aos alunos nos primeiros dois anos do curso foi insuficiente.

Referências

- Abrantes, P., Serrazina, L., & Oliveira, I. (1999). *A matemática na educação básica*. Lisboa: ME.
- Aparício, M. F. (1990). *A formação de professores à luz da Lei de bases do sistema educativo*. Lisboa: Texto Editora.
- Boavida, A. M. (1993). *Resolução de problemas em matemática*. Lisboa: APM.
- Cabrita, I., & Correia, E. (1999). As TIC e a construção duma (nova) cultura matemática, *Actas ProfMat99* (pp. 281-287). Lisboa: APM.
- Cabrita, I. (2000). As (inter)acções na aula de matemática e a gestão do tempo. In C. Monteiro, F. Tavares, J. Almiro, J. P. Ponte, J. Matos, & J. L. Menezes (Orgs.). *Interações na aula de matemática*. Viseu: Secção de Educação Matemática da SPCE.
- Canavarró, A. P. (1993). *Concepções e práticas de professores de matemática: Três estudos de caso* (tese de mestrado, Universidade de Lisboa). Lisboa: APM.
- Coelho, M. I. (1996). *O Cabri-Géomètre na resolução de problemas: Estudo sobre processos evidenciados e construção de conhecimentos por alunos do 6º ano de escolaridade* (tese de mestrado, Universidade de Lisboa). Lisboa: APM.
- Coelho, M. I., & Saraiva, M. J. (2000). *Tecnologias no ensino-aprendizagem da geometria*. Em <http://www.paginas.teleweb.pt/~tongio/ENCONTROS/IXEIEM/TECN.RTF>.
- Correia, J. L. (1995). *Concepções e práticas de professores de matemática: Contributos para o estudo da pergunta* (tese de mestrado, Universidade de Lisboa) Lisboa: APM.
- D.N. (2001). *Alunos interpretam mal a Matemática*, Edição de 16/11/2001.
- De Corte, E. (1992). Aprender na escola com as novas tecnologias de informação. In V. D. Teodoro & J. C. Freitas (Orgs.), *Educação e computadores* (pp. 27-89). Lisboa: Ministério da Educação, GEP.
- DECEBS (1991). Programa de matemática. *Organização curricular e programas, ensino básico 2º ciclo* (I). Lisboa: INCM.
- Fuente, J. A. O. (1993). *O computador na educação matemática: Percursos de formação* (tese de mestrado). Lisboa: APM.
- PIET (1997). *Investing in knowledge. The integration of technology in european education*. Brussels: The European Round Table.

- Fennema, E. H., & Leof, M. (1990). Teacher's knowledge and its impact. In D. Grouws (Org.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning*. New York, NY: Macmillan.
- Fernandes, D. (1985). Avaliação das necessidades de formação em matemática dos professores do ensino primário do distrito de Viana do Castelo, *Actas do ProfMat* (vol. 1, pp. 167-192). Lisboa: APM.
- Guimarães, H. M. (1988). *Ensinar matemática: Concepções e práticas* (tese de mestrado, Universidade de Lisboa). Lisboa: APM.
- Hargreaves, A. (1995), *Changing teachers, changing times*. Londres: Cassel.
- Junqueira, M. M. (1995). *Aprendizagem da geometria em ambientes computacionais dinâmicos: Um estudo no 9º ano de escolaridade* (tese de mestrado, Universidade Nova de Lisboa). Lisboa: APM.
- Laborde, C., & Laborde, J.M. (1992). Problem solving in geometry: From microworlds to intelligent computer environments. In J. Ponte, J. F. Matos, & D. Fernandes (Orgs.), *Mathematical problem solving and new information technologies: Research in context of practice* (pp. 177-192). Berlin: Springer-Verlag.
- Matos, J. F. (1992). *Logo na educação matemática: Um estudo sobre as concepções e atitudes dos alunos* (tese de doutoramento). Lisboa: APM.
- Matos, J. M. (2001). *Visualização, veículo para a educação em geometria* (disponível em <http://www.paginas.teleweb.pt/~tongio/ENCONTROS/IXEIEEM/VISUAL.RTF>).
- Monteiro, C. (1992). Mudam-se concepções, mudam-se práticas? In *Educação matemática: Temas de investigação*. Lisboa: IIE.
- Moreira, M. L. (1995). *A folha de cálculo na educação matemática* (tese de mestrado, Universidade de Lisboa). Lisboa: APM.
- NCTM (1991). *Normas para o currículo e a avaliação em matemática escolar*. Lisboa: IIE e APM.
- Ost, D. (1991), The culture of teaching: stability and change. In N. B. Wyner (Org.), *Current perspectives on the culture of schools* (pp. 79-93), Brookline Books.
- Ponte, J. P. (1992). Concepções dos professores de matemática e processos de formação. In *Educação matemática: Temas de investigação*. Lisboa: IIE.
- Ponte, J. P. (1994). Matemática: Uma disciplina condenada ao insucesso? *NOESIS*, 32, 24-26.
- Ponte, J. P., & Serrazina, L. (1998). *As novas tecnologias na formação inicial de professores*. Lisboa: Ministério da Educação, DAPP.
- Ribeiro, A. A. G. (1995). *Concepções de professores do 1º ciclo: A matemática, o seu ensino e os materiais didácticos* (tese de mestrado). Lisboa: APM.
- Ribeiro, M. J. B., & Ponte, J. P. (2000). A formação em novas tecnologias e as concepções e práticas dos professores de Matemática. *Quadrante*, 9 (2), 3-26.

- Santos, E. (2000), O computador e o professor: Um contributo para o conhecimento das culturas profissionais de professores, *Quadrante*, 9 (2), 127-138.
- Saraiva, M. J. (1992). *O computador na aprendizagem da geometria: Uma experiência com alunos do 10º ano de escolaridade* (tese de mestrado, Universidade de Lisboa). Lisboa: Projecto Minerva, Pólo DEFCUL.
- Schwartz, J. L. (1993). A personal view of the supposer: Reflections on particularities and generalities in educacional reform. In J. L. Schwartz, M. Yerushalmy & B. Wilson (Orgs.). *The geometric supposer: What is it case?* (pp. 3-15). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Serrazina, M. L. (1993). Concepções dos professores do 1º ciclo relativamente à matemática e práticas de sala de aula, *Quadrante*, 1, 127-138.
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: knowledge growth in teaching, *Educational Researcher*, 15, 4-14.
- Thompson, A. G. (1984). The relationship of teachers' conceptions of mathematics and mathematics teaching to instructional practice. *Educational Studies in Mathematics*, 15, 105-127.
- Thompson, A. G. (1992). Teacher's beliefs and conceptions: A synthesis of the research. In D. A. Grouws (Org.), *Handbook of research in mathematics teaching and learning*. New York, NY: Macmillan.
- Vale, I. (1993). *Concepções e práticas de jovens professores perante a resolução de problemas de matemática: Um estudo longitudinal de dois casos* (tese de mestrado, Universidade de Lisboa). Lisboa: APM.
- Yin, R. K. (1989). *Case study research: Design and methods*. Newbury Park, CA: Sage.