View metadata, citation and similar papers at core.ac.uk
brought to you by CORE
provided by Universidade de Lisboa: Repositório.UL

A formação em novas tecnologias e as concepções e práticas dos professores de Matemática[1]

Maria José Bahia Ribeiro, *Escola Secundária de Rainha Santa Isabel, Porto*
João Pedro da Ponte, *Universidade de Lisboa*

Resumo. Este trabalho estuda a influência da formação de professores de Matemática em novas tecnologias nas suas concepções e práticas profissionais. A metodologia é de estudo de casos, sendo as participantes duas professoras de Matemática do ensino secundário que frequentaram formação no uso de calculadoras gráficas e duas professoras que fizeram um curso de *Cabri-Géomètre*. As professoras apreciaram o estilo de formação, baseada em tarefas práticas. A análise dos seus percursos profissionais mostra que a formação teve efeitos mais visível nas práticas no caso das calculadoras, uma tecnologia que teve maior viabilidade de utilização imediata na prática pedagógica. Sugere, além disso, que o efeito da formação nas concepções e práticas dos professores poderá ser mais forte se incluir uma dimensão de experimentação e reflexão sobre a prática e se não ignorar os aspectos organizacionais que envolvem o seu uso nas escolas.

Palavras-chave. Novas tecnologias, Formação contínua, Desenvolvimento profissional, Cabri-Geomètre, Calculadora gráfica.

Abstract. This paper studies the influence that teacher education in new information and communication technologies may have in teachers' professional conceptions and practices. It uses a case study methodology. The participants are two secondary school mathematics teachers that attended a course in the use of graphics calculators and two teachers that attended a course in *Cabri-Géomètre*. The teachers enjoyed the style of the course, based in practical work. The analysis of their professional stories shows that the course on graphics calculators had a more visible impact in practice, a technology that is easer to use in professional practice. It also suggests that the effect of this kind of courses in teachers' conceptions and practices may be stronger if it includes a dimension of experimentation and reflection about practice and if does not ignore the organization aspects involved by their use in schools.

Key words. New information and communication technologies, Inservice teacher education; Professional development, Cabri-Geomètre, Graphics calculator.

Vive-se um tempo de grande prosperidade no que se refere às novas tecnologias – muitas vezes também designadas por tecnologias de informação e comunicação. Progressivamente, a escola vem incorporando estas tecnologias tanto na sua actividade geral como nas áreas curriculares e, em particular, na disciplina de Matemática. A investigação em educação matemática atribui-lhe significativas potencialidades de inovação e mudança (Ponte, Matos & Abrantes, 1998). No entanto, a integração de novas tecnologias nas práticas educativas parece ser um processo algo indefinido, não tanto pela sua lentidão mas, sobretudo, pela falta de rumo.

[1] 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.

Perante esta situação, como em tantos outros casos, atribui-se, frequentemente, a culpa às escolas e aos professores. Como diz Schön (1992), isso equivale a culpar as vítimas. Na verdade, espera-se que os professores realizem as ambições das novas políticas educativas, cumprindo programas extensos, adoptando novas orientações metodológicas, realizando acções conducentes à sua actualização e formação, tudo isto enquadrado por um sistema rígido e burocrático de progressão na carreira. O argumento deste autor, que se baseia na experiência americana, pode aplicar-se ao que se passa em Portugal: uma mudança emanada do centro para a periferia, reforçada através de um sistema de prémios e punições não pode conduzir senão a processos erráticos, em que não se evidencia um rumo ou, se este existe, não corresponde às intenções inicialmente formuladas.

Se os processos de inovação educacional conduzidos numa lógica centralista se revelam incapazes de atingir os seus objectivos é preciso dar uma maior atenção ao que se passa ao nível das escolas e dos professores. Na verdade, passou a ser um lugar-comum considerar os professores como elementos-chave para o sucesso da reforma educativa. A utilização das novas tecnologias, na perspectiva indicada nos actuais programas de Matemática, coloca-lhes novos desafios. A investigação, mostra, no entanto, que o processo de apropriação da tecnologia pelos professores é complexo e tradicionalmente problemático (Cuban, 1986).

A capacidade de actuação dos professores neste domínio da prática profissional, numa lógica inovadora, está certamente relacionada com a adequação das oportunidades de formação de que disponham. Deste modo, o presente estudo investiga o modo como os professores encaram os efeitos da formação contínua institucional nas suas concepções e práticas, tendo em atenção o sentido preconizado pelas actuais orientações curriculares. Para isso, adopta uma metodologia de estudo de casos, baseados na reflexão que quatro professoras de Matemática que frequentaram acções de formação sobre calculadoras gráficas e *Cabri-Geomètre* fazem sobre a sua actividade e a respectiva influência daquelas acções nas suas práticas lectivas.

Concepções, práticas e formação em novas tecnologias

As novas tecnologias têm encontrado alguma dificuldade em assumir um lugar de relevo na escola. Papert (1996) manifesta-se solidamente convicto que, com o advento do computador, entrámos numa fase de não-retorno no que se refere ao uso destas tecnologias na escola devido à acção de três forças que considera decisivas: a grande indústria, a revolução na aprendizagem e o poder das crianças que dispõem de computador em casa. No entanto, Cuban (1986) que estudou a influência da rádio, do vídeo e da televisão durante todo o século XX, considera que a introdução da tecnologia na escola tem constituído uma permanente decepção. Mesmo com o empenhamento das

autoridades educativas e as investigações favoráveis ao seu uso, os níveis de utilização das tecnologias pelos professores nas suas aulas acabam por ser muito inferiores às expectativas iniciais. Este autor afirma: "A *password* que abrirá a porta da sala de aula permanece na cabeça dos professores; compreender que questões os professores colocam e que critério aplicam é essencial para abrir a porta" (p. 71). Assim, augura que as novas tecnologias terão, no ensino, um futuro semelhante ao que aconteceu no passado com tantas outras inovações tecnológicas.

Em Portugal, a presença das novas tecnologias nas orientações metodológicas dos novos programas de Matemática é explícita e relevante. Estas tecnologias são consideradas recursos essenciais para se atingir os respectivos objectivos gerais. O nosso país aproxima-se neste ponto das tendências internacionais para a educação matemática, vigentes nos países mais desenvolvidos da Europa e nos EUA. O uso das novas tecnologias na escola é defendido não só porque permite aos alunos usarem as ferramentas correntes na sociedade em geral mas também porque os torna capazes de se envolverem activamente na exploração das ideias matemáticas.

Sendo assim, parece pertinente perguntar em que medida as novas tecnologias podem alterar a função docente e a sua importância. Para Cuban (1998), a introdução da tecnologia na sala de aula dificulta e até descaracteriza o papel do professor. Outros autores, no entanto, defendem que o seu uso acentua a imprescindibilidade e a diversidade das atribuições do professor (Balacheff, 1993; Ball, Higgo, Oldknow, Straker & Wood, 1991; Dreyfus, 1993; Goldenberg, 1990; Panel on Education Technology, 1998).

Outra questão que é necessário colocar é até que ponto as concepções dos professores sobre o uso das novas tecnologias acompanham as ideias dos investigadores. Canavarro (1993), baseando-se num estudo de casos, destaca três perspectivas diferentes dos professores para a utilização do computador no ensino da Matemática: (i) como elemento de animação, com capacidade para melhorar o ambiente geral da aula; (ii) como elemento facilitador, permitindo realizar determinadas tarefas tradicionalmente realizadas à mão; e (iii) como elemento de possibilidade, permitindo equacionar a realização de actividades que seriam difíceis de efectuar de outro modo. Para esta autora, as duas primeiras perspectivas não têm implicações directas tanto ao nível das práticas como ao nível das metodologias de ensino, sendo a terceira a única que representa uma efectiva inovação. Para que esta inovação se verifique é necessária uma mudança nas concepções e nas práticas. No entanto, no uso de novas tecnologias como em tantos outros aspectos, muitos professores optam com frequência pela solução mais imediata e menos trabalhosa, num processo de acomodação, ou seja, integram os novos elementos nas estruturas conceptuais pré-existentes, modificando-os sem pôr em causa as estruturas existentes (Ponte, 1992; Thompson, 1992).

No entanto, há evidência que as mudanças nas concepções e práticas podem ocorrer. Por exemplo, Barton (1995), num estudo de casos realizado com professores de uma

escola do ensino superior relativamente ao uso de calculadoras gráficas, salienta que o cepticismo manifestado pela maioria deles foi sendo ultrapassado de forma gradual à medida que foram adquirindo mais experiência do seu uso na sala de aula. A influência da experiência prática nas concepções dos professores adquire, aqui, significativa relevância. Esta situação reflecte a ideia da existência de uma relação dialéctica entre as concepções dos professores e as suas práticas (Canavarro, 1993; Ponte, 1992; Thompson, 1992).

É de notar que o domínio técnico dos equipamentos e do *software* parece não bastar para que haja mudanças significativas nas concepções e práticas. Fleener (1995), apoiando-se nos resultados de uma pesquisa, sugere que a experiência com calculadoras gráficas ou a sua disponibilidade não é suficiente para alterar só por si as concepções relacionadas com a importância do domínio de conceitos e procedimentos antes do seu uso. Parece, portanto, como referem Bottino e Furinghetti (1994) existir um "nível superficial" de apropriação da tecnologia, em que esta se constitui como uma ferramenta que ajuda a melhorar a apresentação dos tópicos curriculares e que se distingue de um "nível profundo" em que a tecnologia representa um meio para a construção de conhecimento em novos moldes. Para que este segundo nível seja atingido, estas autoras consideram que a formação dos professores de Matemática deve englobar não só características e oportunidades oferecidas pela tecnologia mas também itinerários didácticos nos quais o seu uso seja funcionalmente ligado a objectivos matemáticos.

Num sentido semelhante, Ponte (1990) argumenta que o computador pode ser introduzido nas aulas sem que isso represente uma mudança de concepções. No entanto, este autor realça que o interesse dos professores em utilizar o computador de modo sensível, aprenderem coisas novas, assumirem novos papéis na sala de aula e estabelecerem novas relações com os alunos, cria um ambiente geral estimulante para uma reflexão geral sobre o ensino e, eventualmente, possíveis mudanças de concepções. A reflexão é, assim, encarada como um importante factor de mudança. Vários autores salientam a necessidade desta reflexão ser vista como prática social a desenvolver num contexto colaborativo (Boufi, 1994; Chapman, 1993; Rice, 1992; Santaella, 1998).

A frequência de acções de formação é um dos suportes mais importantes para o desenvolvimento das competências dos professores relativamente às novas tecnologias e ao seu uso na prática pedagógica. Em Portugal, as acções neste campo têm geralmente uma forte componente prática, embora de tipo vincadamente escolar. Em muitos casos, isso representa o passo imprescindível para que os professores possam fazer a transição de um ensino sem nenhuma tecnologia para um ensino em que se usa alguma tecnologia (Bright & Prokosch, 1995).

Diversos autores colocam a tónica das actividades de formação dos professores relativamente às novas tecnologias no aprofundamento e apoio ao seu trabalho, não só no aspecto técnico como no pedagógico, em que incluem a observação de usos bem suce-

didos da tecnologia na sala de aula, a comunicação permanente com outros professores que defrontam desafios semelhantes e a consulta a especialistas (Panel on Education Technology, 1997). Swetman e Baird (1998) referem como fundamentais para aumentar a confiança dos professores, o apoio sustentado durante um período de pelo menos três anos, a disponibilidade de *hardware* e *software*, o acesso a mentores com experiência, a realização de encontros regulares para troca de experiências e a disponibilidade de tempo. Selby, Ryba e Williams (1994) aferem o sucesso de um projecto por si conduzido através da confiança no uso da tecnologia expressa pelos professores envolvidos, do orgulho em se sentirem capazes de fazer apresentações e demonstrarem a tecnologia a outros professores e na mudança que assumiram de se terem passado a ver mais como facilitadores-da-aprendizagem do que como fornecedores-de-informação.

O papel da teoria e da prática na formação de profesores em novas tecnologias é uma das questões que precisa de ser questionada. Por exemplo, Cooney e Krainer (1996) salientam a necessidade de que a investigação e a prática não sejam entidades separadas e discretas quando relacionadas com a formação de professores. Também Ponte e Santos (1999) referem que, para que os professores criem tarefas de aprendizagem congruentes com as novas orientações curriculares, há necessidade de se envolverem em projectos de investigação em que possam experimentar com algum à vontade novas alternativas, assumindo-se, eles próprios, como protagonistas dos seus projectos de investigação-acção.

Parece, assim, que o estudo da influência nas concepções e nas práticas de um momento de formação contínua de características específicas poderá ser susceptível de fornecer elementos que ajudem a descodificar a *password* que abre a porta da sala de aula à inovação ou as razões que a mantêm fechada.

Metodologia

Neste estudo encara-se o professor como um profissional que dispõe de uma forte margem de autonomia relativamente às decisões que toma relacionadas com o seu desenvolvimento profissional. Pretende-se conhecer melhor o seu ponto de vista sobre os processos de formação em que se envolve e as razões para as suas decisões. Opta-se, assim, por uma investigação baseada no estudo de casos, visando conhecer o "como" e os "porquês" de pessoas, como situações específicas que se supõem únicas em muitos aspectos. Procura-se descobrir o que há nelas de mais essencial e característico (Ponte, 1994).

Atendendo a que a formação de professores é um processo complexo em que se entrecruzam variáveis difíceis de separar e onde os aspectos decisórios, relacionados com os seus efeitos, remetem essencialmente para questões subjectivas de cada participante, o presente estudo assume um carácter qualitativo e interpretativo tendo "como

objectivo a compreensão do significado ou da interpretação dada pelos próprios sujeitos inquiridos" (Lessard-Hébert, Goyette & Boutin, 1994, p. 175). Assim, optou-se pelo estudo de quatro casos.

As participantes são professoras de Matemática que frequentaram, no Verão de 1998, acções de formação relacionadas com o uso das novas tecnologias – calculadora gráfica e computador. Têm mais de cinco anos de serviço, leccionam em escolas secundárias do Grande Porto e não pertencem às relações pessoais ou profissionais de nenhum dos autores.

Duas das professoras tinham frequentado uma acção de formação sobre o programa *Cabri-Géomètre II* e as outras duas professoras uma acção de formação sobre as calculadoras gráficas TI-83 e TI-92, tendo ambas as acções a duração de 25 horas. Estas acções decorreram no âmbito de um programa internacional de formação de professores denominado T3 e posto em prática, em Portugal, pela Associação de Professores de Matemática. Os objectivos desse programa são (i) desenvolver a capacidade de utilização da tecnologia gráfica no ensino da Matemática; (ii) experimentar e criar actividades utilizáveis na sala de aula; (iii) debater as possibilidades abertas pela tecnologia gráfica; e (iv) dinamizar a discussão e o intercâmbio de actividades ligadas ao ensino da Matemática.

A formação em calculadoras gráficas, com 25 horas, tinha por objectivos possibilitar um primeiro contacto com as TI 83 e TI 92, com o *GraphLink*, com o *CBL* e com o *CBR* e, também, divulgar as capacidades destas tecnologias para o ensino da Matemática, sobretudo relativamente ao estudo de Funções. Durante a formação existiam sessões de apresentação da tecnologia e de propostas de trabalho, pelos formadores, que depois eram realizadas em grupo pelos formandos. Cada grupo foi avaliado a partir da elaboração e apresentação de um trabalho de aplicação da tecnologia a um tema curricular.

A formação em *Cabri*, com a mesma duração, tinha por objectivos possibilitar o domínio do programa, quer em computador, quer na calculadora gráfica TI 92 e, também, divulgar as capacidades deste *software* para o estudo da Geometria. Os formadores faziam sessões de apresentação do programa e de propostas de trabalho que depois eram realizadas individualmente por cada formando (excepcionalmente uma das participantes trabalhou com outra colega). A avaliação foi realizada com base num trabalho efectuado em grupo visando a utilização do programa num tema curricular.

Os contactos com os possíveis participantes foram definidos aleatoriamente a partir da lista de participantes nas acções fornecida pela entidade formadora. Durante este processo, procurou conhecer-se a sua disponibilidade para participar na investigação, cujos objectivos e características lhes foram explicados e em que se inclui a garantia de anonimato, a audio-gravação das entrevistas que se iam levar a cabo e o acesso à respectiva transcrição. Assim, os instrumentos fundamentais da recolha de dados foram, para cada uma das professoras, entrevistas semi-estruturadas e de longa duração, que se desenvol-

veram a partir de um guião composto, preponderantemente, por perguntas abertas. A estes elementos foram acrescentadas notas de campo recolhidas noutros momentos de contacto com as professoras.

As entrevistas foram conduzidas directa e pessoalmente pela primeira autora e realizaram-se sempre na escola da professora participante. A primeira, decorreu em Fevereiro de 1999, portanto alguns meses após a formação, e a seguinte em meses posteriores. As quatro áreas em foco nas entrevistas foram: (i) concepções sobre o uso das novas tecnologias; (ii) conhecimentos adquiridos com a formação; (iii) avaliação da formação; e (iv) mudanças nas práticas lectivas. Após a recolha de dados, estes foram classificados procurando-se regularidades e padrões possíveis de representação através de palavras ou frases que se constituíram em categorias de codificação (Bogdan & Biklen, 1994).

Os percursos das professoras

Marta

Marta é professora efectiva de nomeação definitiva. É licenciada em Matemática tendo feito a profissionalização em exercício numa escola superior de educação. Tem 16 anos de serviço e 40 anos de idade. É alta, veste-se formalmente e exprime-se pausadamente, ponderando com cuidado aquilo que vai dizendo. A sua escola situa-se numa zona de grande concentração populacional e de fraco poder económico. É uma escola recente e, devido a esse facto, tem um reduzido número de alunos relativamente à sua capacidade. Esta foi a primeira acção de formação que frequentou sobre novas tecnologias.

Participação na formação. Marta decide inscrever-se na acção sobre calculadoras gráficas movida pelo seu gosto pela actualização ("frequentava na mesma, mesmo que não precisasse de créditos") e pela necessidade profissional que sentia de ter um primeiro contacto com esta tecnologia ("não gosto muito de pegar no manual e descobrir, gosto mais de ver primeiro como é que isso funciona…"). Considera que a acção correspondeu às suas expectativas iniciais, afirmando: "Dentro da lógica de iniciação, cumpriu o que se destinava". Mostra-se igualmente satisfeita com a sua participação: "Eu tentei esforçar-me ao máximo, lá está, mas (rindo)... mas ajudar um outro colega, eu considero que não ajudei." Parece valorizar, assim, a interacção com colegas, sendo evidente que se sentiu algo desapontada com a falta de comunicação, tanto mais que o seu grupo era o mais reduzido da acção.

Concepções sobre as novas tecnologias. Logo na primeira entrevista, Marta afirma concordar com a institucionalização do uso das novas tecnologias nos novos programas de Matemática. No entanto, é patente a sua preocupação com a diminuição da capacidade de cálculo mental que, no seu entender, as calculadoras veiculam. Sublinha, também,

a falta de espírito crítico dos alunos relativamente aos resultados que a máquina fornece: “Bem… Eles neste momento não fazem uma conta sem a máquina…”

Tem dúvidas sobre a possibilidade do uso das novas tecnologias melhorar a qualidade do ensino da Matemática, achando que pode contribuir para piorar a situação dos alunos com mais dificuldades: “Eu tenho uma turma tão fraca (rindo)… Estou-me a ver neles, não é?”

Reconhece as vantagens da visualização proporcionada pelas novas tecnologias e que facilita o trabalho do professor e a compreensão dos alunos, permitindo que estes se mantenham mais activos na aprendizagem:

> Acaba por nos facilitar um pouco a nós. Eles começam a visualizar e com acetatos com… Sermos nós a fazer, eles às vezes não se apercebem tão bem. Com a calculadora ou até programas de computadores eles vêem, eles próprios constroem…

Estas ideias são, no entanto, algo contrariadas pelo que se passa com as suas turmas do 10.º ano no momento em que inicia o capítulo Generalidades sobre Funções: “E nem sequer estou a vê-los entusiasmados com a calculadora… Eles trazem a máquina mas quando eu digo ‘introduza esse valor na máquina’, não me ligam muito.”

Assim, parece difícil aquilatar a verdadeira importância que nesta altura Marta atribui, do ponto de vista pedagógico, ao uso das novas tecnologias no ensino-aprendizagem da Matemática. Globalmente, parece-lhes atribuir um valor positivo mas a consideração da situação concreta que vive com as suas turmas evidencia uma certa ambivalência.

Impacto da formação nas práticas. Na segunda entrevista, Marta refere ter decidido preparar algumas aulas, em colaboração com colegas da sua escola, apoiadas na calculadora gráfica:

> Nós fizemos umas fichas de trabalho para o estudo da função afim, da função módulo e da função quadrática. Com trabalhos de grupo, grupos pequenos de no máximo 3 ou 4 alunos… E aí é que eles trabalhavam sozinhos e depois no fim nós tirávamos as dúvidas.

Durante esta experiência ocorrem mudanças significativas no ambiente das turmas que surpreendem a professora:

> Acho que eles ficaram muito entusiasmados (…) Alunos que até são maus a Matemática, não têm conhecimentos anteriores, pelo menos na máquina pegavam e iam fazendo alguma coisa. Não estava à espera que isso acontecesse (…) Modifiquei a minha opinião.

Marta parece, igualmente, agradada com a maior autonomia e espírito de entreajuda que existiu nessas aulas: "[Havia] mais barulho e notava que entre eles, entre os alunos, eles discutiam (…) Um bocado diferente do habitual, de estarem a olhar para um quadro."

É evidente, também, a sua preocupação em evitar que o uso da tecnologia lhe faça "perder o pé" relativamente aos conteúdos curriculares, referindo: "E depois faço o apanhado geral, dou as definições, tudo isso, dou o esquema direitinho para eles passarem para o caderno."

Considera que os benefícios para a aprendizagem se fazem sentir, essencialmente, nos alunos com algumas dificuldades mas interessados:

> Alunos que já antes, sem a calculadora, são interessados e até aprendem, aprenderam. Os outros não (rindo). Na turma dos 12 houve alguns alunos em que notei isso (…) São miúdos que estão preocupados com a reprovação e foi bom, eles entusiasmaram-se.

Embora a calculadora gráfica fosse usada num número reduzido de aulas, o teste de avaliação que elaborou envolvia uma pergunta que obrigava ao seu uso:

> Eles, lá está, aqueles interessados usaram-na e bem usada, os outros foi um brinquedo que tiveram à frente deles. Mas ainda foram fazendo, pelo menos a representação gráfica, eles conseguiram pô-la lá.

Assim, Marta destaca, sobretudo, o produto da aprendizagem. No balanço que faz da sua experiência não parece ter um papel significativo a relação processo-produto.

Balanço do efeito da formação. A frequência da formação mostra-se decisiva para a criação das condições de que Marta necessitava para dar o primeiro passo na utilização das novas tecnologias na sala de aula. Forneceu-lhe conhecimentos e competências em que a professora se apoia. Deu-lhe também indicações sobre as metodologias a usar, que adapta directamente da formação, procurando ensinar como aprendeu. Com o decorrer das aulas, muda a sua percepção da importância das novas tecnologias no ensino da Matemática, passando a atribuir-lhes sentido, não só como elemento facilitador da aprendizagem mas também como elemento de animação do ambiente da aula, muito embora continue a reservar para si um papel fundamental na sistematização dos conhecimentos. Assim, detectam-se alterações nas suas concepções na sequência da sua experiência prática.

Sara

Sara é professora efectiva de nomeação definitiva, licenciada em Matemática do Ramo Educacional, tendo começado por frequentar o Ramo de Matemática Pura. Tem

25 anos de serviço e 48 anos de idade. É baixa, veste-se informalmente e fala calmamente, com alguma ironia mas, também, frontalidade. A sua escola situa-se numa zona em grande expansão habitacional. O número de alunos tem diminuído, facto que associa, sobretudo, à juventude das famílias residentes na zona. Considera que se trata de uma escola de elite, com um ambiente muito competitivo entre os alunos. Foi a primeira acção de formação em que se inscreveu sobre o uso das novas tecnologias no ensino da Matemática.

Participação na formação. Sara decide frequentar a acção devido à necessidade que sente de corresponder às solicitações curriculares relativamente ao uso das novas tecnologias: "Por uma questão de urgência posta pela actividade profissional". Antes da formação já tinha usado a calculadora gráfica nas suas aulas. Mas fazia-o

> … Com imensas lacunas, a sentir-me extremamente insegura perante os alunos… Era só o traçado da função, trabalhar com o TRACE, com o CALCULATE, muito pouca coisinha porque eu não sabia mais (…)

Participou na formação de modo muito activo, procurando, sempre que possível, consolidar as suas aprendizagens de umas sessões para as outras. Estudiosa por natureza, a formação permitiu-lhe atingir outros níveis de confiança:

> Já tinha em casa a TI-83, uma CASIO 7700, já tinha tentado sozinha praticamente, estudar pelos manuais. Com relativo pouco sucesso… [Através da formação] aprendi muito e mesmo o que não aprendi, abriram-se muitas perspectivas.

No entanto, considera que as suas expectativas relativamente à formação não foram totalmente satisfeitas dado que o tempo não chegou para assimilar todo o manancial de informação com que se foi deparando:

> Se começa a entrar, a saber e a perceber, começa a sentir, quer dizer, a exigir mais de si própria. E então sai de lá com a sensação que tem uma baralhação na cabeça, só visto, não é?

Concepções sobre as novas tecnologias. Na sua primeira entrevista, Sara afirma concordar com a institucionalização do uso das novas tecnologias nos novos programas de Matemática. No entanto, considera existir um grande desfasamento entre o currículo oficial e o que faz nas suas aulas, referindo o facto de não ter utilizado o computador e não ter resolvido problemas com a calculadora gráfica: "Porque era inviável tentar cumprir o programa e dar ênfase à exploração dessas situações (…) Acho que ninguém fez uma sessão com computadores. Ninguém."

Salienta que a primeira reacção do professor ao uso das novas tecnologias é de inibição e repúdio. Atribuiu-lhe, no entanto, um papel decisivo para o bom uso das tecnologias que, na sua opinião, passa por um rigoroso faseamento da actividade sem e com tecnologia:

> Uma pessoa só deve ir para o uso dessas ferramentas depois de os conceitos estarem muito interiorizados e já ter havido um trabalho de papel e lápis, uma consciencialização da temática porque se se inverte o processo não me parece esclarecedor para os alunos.

Considera que tal situação prejudica o desenvolvimento do poder de abstracção dos alunos e poderá criar sérias dificuldades à actual geração de alunos. Atribui à visualização mérito para a aprendizagem dos jovens mas mostra preocupação com a sua falta de sentido crítico relativamente aos elementos fornecidos pela máquina, sobretudo nos alunos mais fracos que "se agarram à máquina como a uma tábua de salvação". Assim, teme que a curto prazo a qualidade do ensino possa diminuir devido ao uso das novas tecnologias:

> Pior do que isso, pode diminuir a aquisição de aprendizagens reais por parte dos alunos… Reais, seguras, autónomas. Portanto, isso é uma tarefa que está nas mãos da classe docente.

Assim, Sara parece bastante dividida quanto aos reais benefícios que o uso das novas tecnologias poderá trazer ao ensino-aprendizagem da Matemática. No entanto, não as hostiliza e parece empenhada em ultrapassar os obstáculos e os perigos que visiona.

Impacto da formação nas práticas. No ano lectivo seguinte à formação, os alunos de Sara, do 10.º ano, passaram a levar a calculadora gráfica para a sala de aula, a partir do 2.º período, "como se fosse um lápis". A professora usou-a durante os capítulos Funções e Estatística. Descreve assim as aulas que então realizou:

> O ambiente é incontrolável (…) O entusiasmo generaliza-se (…) Levantavam-se, sentavam-se, iam à beira de um à beira de outro, a pessoa anda ali como uma barata tonta de mesa para mesa (rindo)… No aspecto da socialização, no aspecto afectivo, até de carinho e tudo, foi positivo. É o facto de eu estar ali sentada numa cadeira ao lado deles…

A forma como as aulas começaram a decorrer contrariava claramente a sua ideia inicial: "Mal o professor abria a boca já estava a função na calculadora (rindo) e a coisa agravou-se (...) Eles já nem ouviam o que o professor estava a dizer…" Progressivamente, muitos alunos tornaram-se renitentes em tirar apontamentos e desinteressaram-se dos processos analíticos o que se traduziu em incapacidade "para

apresentar uma resposta… Redigir matematicamente uma resposta". Além disso, Sara considera que as diversas alternativas de resolução de questões, como as inequações, que o uso da calculadora gráfica proporciona, confundem os alunos:

> Perguntam a si próprios "como é que devo proceder" e não encontram. Há várias respostas mas eles acabam por não encontrar nenhuma com segurança e então é que é um rendimento mesmo baixo.

Desta situação, Sara exclui os bons alunos que "não se deixaram iludir pelo aparente facilitismo da máquina. Assim, continuaram a fazer exercícios". Progressivamente, também a pressão dos alunos aumentou no sentido de uma utilização da calculadora gráfica mais extensiva "por casualidade ou porque alguém ensinou ou porque leu o livro de instruções".

No balanço geral da sua experiência, Sara afirma: "… Não vamos recuar, pelo contrário. É positivo para os alunos avançar, agora é um caminho espinhoso…" Adianta três aspectos que considera essenciais para obter melhores resultados no futuro: "Melhor formação do professor, grupos mais reduzidos de alunos e tentar conciliar o aspecto da calculadora com o papel e lápis".

Balanço do efeito da formação. A frequência da formação, aparentemente, proporcionou a Sara condições para se abalançar a utilizar a calculadora gráfica de forma sistemática por um período dilatado de tempo, em contextos curriculares diversificados e com maior profundidade relativamente ao que fazia anteriormente. O interesse dos alunos nas aulas parece ter aumentado. O uso da calculadora gráfica proporcionou um ambiente de maior afectividade entre ela e os seus alunos, sem que tenham existido alterações de fundo relativamente à organização do trabalho dentro da aula. No entanto, algo de análogo à situação de confusão com que disse ter terminado a formação, se parece ter passado com os seus alunos. A professora toma disso consciência quando constata a diminuição do seu rendimento nos testes escritos. Em todo o processo, move-se entre dois pólos: corresponder às solicitações naturais dos alunos e conciliá-las com as suas concepções prévias. Neste jogo de forças, as suas concepções se não mudaram, parecem, pelo menos, ter sido abaladas, mostrando abandonar a ideia de faseamento rígido da actividade sem e com tecnologia para adoptar uma posição de maior flexibilidade.

Ana

Ana é professora efectiva de nomeação definitiva. É licenciada em Matemática do Ramo Educacional. Tem 24 anos de serviço e 45 anos de idade. É baixa, veste-se formalmente e fala bastante depressa, entrelaçando, por vezes, várias ideias no seu discurso. A sua escola situa-se numa zona estabilizada e com grande densidade populacional.

Trata-se de uma escola grande em que o poder económico dos alunos é diversificado e em que, na sua opinião, se pratica um certo nível de exigência a que os alunos correspondem, de um modo geral, satisfatoriamente. Esta foi a sua primeira acção de formação sobre o uso das novas tecnologias no ensino e aprendizagem da Matemática.

Participação na formação. Ana decide frequentar a acção por esta se destinar a professores de Matemática: "Não foi assim tanto pelos créditos como as outras". Desconhecia o programa *Cabri-Géomètre* até ao momento de formação. Empenhou-se activamente, durante toda a formação, nas actividades que iam sendo propostas e, no final, considera-se satisfeita não só com a formação ("eram umas horas agradáveis"), mas também com o *software* ("fiquei encantada com o *Cabri* no computador"). No entanto, a sua relação com este tipo de tecnologia é algo difícil: "Eu com o computador sou assim um bocado… Não é medo… É respeitinho por eles."

No decorrer da acção trabalhou com uma colega que era mais hábil do que ela no manejo do computador mas tal não prejudicou a sua aprendizagem do programa: "Mesmo até quando ela faltou, eu trabalhei lindamente com aquilo, dominava melhor aquilo do que ela, em termos especificamente do *Cabri*… Mas a máquina é que é pior."

Concepções sobre as novas tecnologias. Na sua primeira entrevista, Ana indicou concordar com a institucionalização do uso das novas tecnologias nos novos programas de Matemática, sendo uma utilizadora, de longa data, da calculadora gráfica:

> Os novos programas não é só conteúdos é também metodologias (…) As actividades a propor acho que devem desenvolver, cultivar neles, sei lá, o desenvolvimento do raciocínio, a formulação e resolução de problemas, fazerem conjecturas (…) Eu, mesmo quando o uso não era obrigatório, quando da reforma de 90… Eu já tinha uma calculadora gráfica e os meus alunos trabalhavam com ela, em grupos.

Considera que o professor deve usar a tecnologia de forma flexível:

> … Relativamente a qualquer assunto eu tento sempre tratar, se for possível, segundo os dois pontos de vista: o ponto de vista analítico e o ponto de vista gráfico. Posso partir do aspecto gráfico para depois completar com o analítico ou vice-versa.

Atribui importância ao facto das novas tecnologias permitirem ultrapassar aspectos técnicos longos e repetitivos e, assim, facilitarem a concentração dos alunos em questões mais conceptuais. No entanto, realça a perda da capacidade de cálculo que associa não só ao uso das novas tecnologias mas também aos novos programas em geral, sem deixar de referir que "hoje em dia memorizar fórmulas, o cálculo, não é tão importante, mas mais a resolução de problemas".

Considera que a visualização tem uma grande importância para a aprendizagem dos alunos mas salienta que a tecnologia pode dificultar o processo de abstracção, cabendo ao professor ultrapassar esse problema: "… Eles podem fazer as tais explorações e tudo isso mas depois eu acho que lá está também o papel do professor, depois fazer sínteses para chegar à tal abstracção."

Para Ana, o uso das novas tecnologias pode melhorar a qualidade do ensino, embora se mostre algo céptica devido ao grande retraimento que considera existir da parte dos professores: "Fico espantada como é possível tratar de funções e gráficos de funções, translações e tal, sem se pegar numa calculadora, não é?"

Assim, esta professora parece atribuir um valor pedagógico positivo ao uso das novas tecnologias no ensino-aprendizagem da Matemática. A consistência deste seu juízo fundamenta-se na sua própria experiência na sala de aula em que valoriza a iniciativa e a pesquisa dos alunos.

Impacto da formação nas práticas. Ana não voltou a usar o programa *Cabri* após a formação. Poderia tê-lo feito nas suas turmas do ensino básico. Manifesta alguma dificuldade em precisar os motivos porque isso não acontece. Acha mesmo que se trata de uma atitude contraditória com a sua maneira de estar na profissão:

> Sei lá porque é que não usei… Porque… Em primeiro lugar nem sei… Bem há o programa… Se me tivesse empenhado a usá-lo, como é que direi, em me familiarizar com ele (…) Talvez um bocado de comodismo… Mas eu gosto até de experiências…

Manifesta algum desconhecimento sobre as condições de equipamento da sua escola: "Há uma sala com computadores mas não sei exactamente como é que é (…) Não estar informada… Isso é falha minha, não da acção." Questionada sobre as condições que acha necessárias, no futuro, para poder usar o *Cabri* nas suas aulas, refere que precisa de "superar o trauma da máquina", considerando que, para isso, necessitava de frequentar uma acção de iniciação ao computador. Embora reconheça que a acção sobre o *Cabri* era acessível a professores sem nenhuma experiência em novas tecnologias, considera que o conhecimento que adquiriu sobre o *software* não aumentou a sua confiança no uso do computador: "Antes da iniciação ao *Cabri* devia haver iniciação ao computador, sentir-me assim um bocado segura."

Previamente à acção de formação, Ana não tinha previsto a pouca influência que a sua frequência iria ter nas suas práticas, tendo-a concluído decidida a usar o *Cabri*: "Achei que era um programa com imensas potencialidades… Só que depois não sei o que é que se passou". Refira-se que Ana desconhece se os seus colegas de escola que, juntamente consigo, frequentaram a acção, chegaram ou não a usar o Cabri na sua prática lectiva.

Balanço do efeito da formação. A ausência de impacto visível da acção de formação nas suas práticas parece incomodar Ana, na medida em que não se harmoniza com a imagem que tem de si própria como profissional. Reconhece valor pedagógico relevante ao programa *Cabri* e reconhece ter adquirido competências consistentes sobre ele. No entanto, tudo isto mostra-se insuficiente para desencadear iniciativas autónomas e inovadoras quando regressa ao seu contexto escolar. Vários factores parecem contribuir para esta situação: o isolamento desta professora na sua actividade profissional e a descontextualização da formação tanto relativamente às suas necessidades individuais como professora como à relação professor-escola. As suas concepções não parecem ter sofrido qualquer alteração com a frequência da acção.

Carla

Carla é professora efectiva de nomeação definitiva. É licenciada em Matemática pelo Ramo Educacional. Tem 15 anos de serviço e 37 anos de idade. É baixa, veste-se de forma discreta e fala calmamente, transmitindo confiança e certeza nas suas afirmações. A sua escola situa-se numa zona em desenvolvimento acelerado comportando actualmente o dobro do número de alunos da sua capacidade. Os níveis económico e de aproveitamento dos alunos são diversificados. Pertenceu ao Projecto MINERVA, tendo-se posteriormente desactualizado relativamente ao uso do computador. Não tem computador pessoal mas utiliza a calculadora gráfica nas aulas, tendo frequentado, anteriormente, uma acção de formação sobre esta tecnologia, levada a cabo pelos mesmos formadores.

Participação na formação. Carla opta, sempre que pode, por frequentar acções de formação destinadas a professores de Matemática: "As restantes, sou obrigada a frequentar por causa dos créditos". Foi para a formação conhecedora do contexto básico de trabalho que lá iria encontrar e que já lhe agradara anteriormente. Desconhecia o programa *Cabri* até esse momento. Participou activamente na acção e, no final, considera-se satisfeita com a formação ("realmente era muito envolvente"), e com o *software* ("acho que é óptimo (…) O potencial é realmente enorme").

Trabalhou sozinha durante a acção, como a maioria dos formandos, e atribui importância ao trabalho para avaliação que realizou em grupo, porque:

> … Só executar as tarefas propostas embora fosse bom para o domínio do programa… Poderia não nos conduzir à reflexão sobre como se poderia usar esse programa em situação de aula.

Assim, considera ter ficado a dominar o programa, salientando que, para o usar na aula, só faltaria um trabalho que teria de fazer "não em termos de acção mas em termos pessoais de investigação".

Concepções sobre as novas tecnologias. Na entrevista inicial, Carla afirmou concordar com a inclusão das novas tecnologias nos novos programas de Matemática. Define duas vantagens essenciais para o seu uso: a motivação dos alunos e a possibilidade de dispensar a mecanização de técnicas. Afirma:

> Os alunos tendem a sentir-se motivados pela exploração dos instrumentos como máquinas gráficas e computadores. Por outro lado, permitem acelerar certos procedimentos que se tornariam muito monótonos se fossem feitos sem o uso desses mesmos instrumentos e, assim, criar situações de aprendizagem onde existe uma simulação de experimentação. Eu não lhe chamaria experimentação real.

No entanto, Carla salienta a necessidade do faseamento da actividade sem e com tecnologia:

> … Eu acho que o computador e a calculadora gráfica não devem substituir o trabalho feito à mão. Depois de se fazer o trabalho à mão, para se compreender as noções, ele permite realizar um grande número de experiências (…) Os prejuízos da utilização… Só decorrem de se ignorar esta primeira fase que eu dizia.

Realça a importância da visualização, salientando ser a sua ausência um dos grandes problemas que tem afectado o ensino da Matemática: "… É muito mais fácil um aluno compreender o que é o gráfico de uma função se puder ver o gráfico de muitas funções…"

Discorda da ideia, que considera muito difundida, de que o uso da tecnologia implica necessariamente um ensino e uma aprendizagem mais activos:

> Eu penso que pode haver qualidade de ensino com ou sem novas tecnologias (…) Não acho que o facto de ter ou não acesso às novas tecnologias altere muito aquilo que é a relação pedagógica e de aprendizagem dentro da sala de aula (…) Eu acho que elas funcionam mais a nível da motivação e a nível da adequação aos desafios actuais.

Assim, parece atribuir importância relevante à utilização das novas tecnologias no ensino-aprendizagem da Matemática, embora não pareça colocar verdadeiramente o seu uso na ordem do dia.

Impacto da formação nas práticas. Após a formação, Carla não voltou a usar o programa *Cabri*. Justifica este facto com um único motivo: não há na sua escola uma sala com computadores. Afirma: "Neste momento não podemos fazer nada (…) A escola não tem disponibilidade física de atribuir uma sala só para laboratório de Matemática."

Embora tivesse leccionado no ano seguinte turmas do ensino básico e exista a possibilidade de levar uma turma a uma sala em que existe um *datashow*, tal perspectiva não

lhe agrada: “Não concordo com a utilização do computador como elemento decorativo (…) A utilização do computador na aula de Matemática deve ser o aluno a fazer e não a ver.” Assim, considera que no futuro a sua utilização do computador passa por:

> … Ter 2 ou 3 computadores disponíveis que o aluno pudesse usar quando precisava e que pudesse não usar quando não precisava (…) Não posso dizer “olha hoje é dia de festa, a gente vai à sala dos computadores, fazemos lá uma brincadeira muito gira e depois nunca mais falamos disso”.

Relativamente aos seus colegas de escola que frequentaram a mesma acção, Carla refere que lhes aconteceu o mesmo que consigo própria.

Quando decidiu frequentar a acção, já previa o que iria acontecer posteriormente porque “a situação impeditiva que referi não me parece resolúvel a curto prazo”. Assim, encarou a formação dentro de uma “perspectiva mais de formação pessoal, de alargamento e numa perspectiva mais de médio prazo”, porque pensa que o problema da sobreocupação da sua escola acabará por vir a ser ultrapassado.

Balanço do efeito da formação. A professora considera que a acção de formação não tem um efeito visível nas suas práticas. Carla tem concepções bem definidas sobre as condições necessárias a um bom uso do computador na sala de aula, que considera longe de existirem na sua escola. Daí que tal impedimento justifique plenamente, aos seus olhos, a não utilização do programa nas práticas lectivas. Neste processo sobressai, assim, que a ausência de consideração por parte da formação da relação professor-escola tende a diluir os seus efeitos. As concepções desta professora parecem não ter sofrido qualquer alteração com a frequência da acção.

Conclusão

A motivação das professoras para a frequência da formação em calculadora gráfica assenta em necessidades sentidas ou antevistas nas práticas lectivas e decorrentes das novas orientações curriculares para o ensino da Matemática. Para a formação em *Cabri*, a motivação das professoras distancia-se deste tipo de necessidades, parecendo, sobretudo, ligada a um desejo geral de actualização profissional. Esta diferença de partida prolonga-se nos percursos das professoras no período pós-formação.

A acção de formação em calculadora gráfica teve um impacto visível nas práticas das professoras que a frequentaram. São vários os factores que podem ter contribuído para isso: (i) a eficácia da formação no que respeita à aquisição de conhecimentos e competências; (ii) a consistência da metodologia activa usada na formação; (iii) a força temática da formação; e (iv) a possibilidade de utilização das competências adquiridas na prática lectiva. É importante sublinhar que o impacto da formação relativamente às concepções das professoras ocorre, essencialmente, mediado pelas experiências práticas

que levam a cabo na sequência da formação: Marta parece ultrapassar a ambivalência que manifestava relativamente à adesão dos alunos ao ensino com tecnologia e Sara parece abandonar a rigidez de faseamento que defendia no seu uso. Neste aspecto, estamos em presença de um fenómeno semelhante ao referido por Barton (1995).

Dois elementos ganham relevância neste processo: o ambiente que se gera na sala de aula e o resultado final na aprendizagem dos alunos. O primeiro aspecto é visto com bastante agrado pelas professoras. Correspondendo, de certo modo, a um nível ainda "superficial" no que se refere ao uso da tecnologia (para retomar a expressão de Bottino & Furinghetti, 1994), parece relevante na sua motivação para prosseguirem com novas experiências na sala de aula. Já o segundo aspecto é visto de modo ambivalente pelas professoras. A falta de clarificação de objectivos e a ausência de critérios de avaliação que não sejam os resultados de testes clássicos, parecem enfraquecer o sentido das suas experiências. Refira-se que, durante as entrevistas, as professoras confrontaram-se, por vezes, com as suas próprias mudanças de opinião de que não pareciam, até aí, ter consciência. Assim, se o professor permanecer isolado e sem possibilidade de realizar uma reflexão continuada, parece improvável que a porta da sala de aula se abra à introdução da tecnologia num sentido educacionalmente inovador. A inserção das suas experiências em projectos investigativos (com base na escola ou com apoio exterior) poderia ser (como sugerem Cooney & Krainer, 1996; Ponte & Santos, 1999) um contexto favorável para o desenvolvimento de mudanças mais profundas. A *password* necessária é possivelmente múltipla e envolve ideias como "colaboração", "reflexão sobre a prática lectiva", e "investigação".

A formação em *Cabri* não teve sequência visível nas práticas das professoras, segundo o que elas próprias referem, embora continuem a afirmar ser fortes adeptas do uso das novas tecnologias na sala de aula e sejam utilizadoras experientes da calculadora gráfica. Também não se evidenciam alterações nas suas concepções decorrentes da frequência da formação. Uma vez que as acções de formação sobre calculadoras gráficas e *Cabri* eram muito semelhantes nos seus objectivos e metodologia, será de admitir que a sua eficácia para a aquisição de conhecimentos e competências, a consistência da metodologia activa e a força temática não se diferenciem significativamente. A grande diferença estará, então, na possibilidade de utilização das competências na prática lectiva. Neste campo, a situação não poderia ser mais contrastante. Enquanto que as calculadoras gráficas são recomendadas pelos programas (como de uso obrigatório) e existem realmente nas salas de aula, a utilização do *Cabri* pelo professor nas suas aulas esbarra perante inúmeras dificuldades de ordem prática e logística.

Ambas as acções de formação evidenciam pouca atenção específica à problemática da sala de aula e a inexistência de uma fase de experimentação na prática pedagógica. No caso da formação em calculadoras gráficas essas questões acabaram por se colocar pela própria evolução dos acontecimentos. Mas talvez muitos dos problemas com que

as professoras se defrontaram nessa altura pudessem ter sido melhor resolvidos, se tivessem tido oportunidade de os discutir anteriormente com os seus colegas e com os formadores. A formação em *Cabri*, do modo como foi realizada, parece ter os seus efeitos fortemente limitados pela ausência de conexão no triângulo formação-professor-escola. O que se passa em ambos os cursos parece, assim, confirmar a ideia que a formação num *software* específico não chega para levar ao uso educacional de uma tecnologia e muito menos para garantir que esse uso se desenvolve no quadro de uma prática orientada para objectivos curriculares inovadores.

A sociedade de informação coloca novos desafios a todos os cidadãos como aprender a aprender, a informar-se, a comunicar, a raciocinar, a comparar, a decidir, a cooperar… Estes desafios exigem uma resposta por parte da escola. A renovação e modernização do ensino da Matemática é uma questão na ordem do dia, tanto nacional como internacionalmente. Assim, o uso da tecnologia no ensino da Matemática questiona a capacidade do professor para conseguir definir, não só como e quando usar a tecnologia mas, também, porquê e para quê. O seu uso educativo ganhará sentido e consistência à medida que o professor se questionar e questionar os outros, se informar e comunicar com os outros, se flexibilizar e personalizar as suas actividades com as tecnologias. A formação contínua em novas tecnologias deve dar especial atenção a estas problemáticas e contribuir, desse modo, para que o professor assuma novas atitudes e compromissos na sala de aula.

Assim, parece recomendável que o professor que usa as novas tecnologias se capacite da necessidade de desenvolver ele próprio uma atitude de experimentação controlada relativamente à sua prática, reflectir sobre as suas aulas e sobre a actividade dos alunos, participar em discussões sobre o seu uso e trocar ideias e experiências com os seus colegas. A formação em novas tecnologias deve ter, na medida do possível, as qualidades que marcaram este tipo de formação, como a ênfase no trabalho prático e a boa relação e ambiente de trabalho. No entanto, parece igualmente recomendável que esta formação: (i) forneça perspectivas sobre as razões educacionais e didácticas que aconselham o seu uso; (ii) se prolongue para a sala de aula, proporcionando situações de reflexão; e (iii) esteja atenta às necessidades individuais dos formandos e das escolas. Ou seja, para a integração das novas tecnologias nas práticas lectivas dos professores de Matemática, numa perspectiva congruente com as actuais orientações curriculares, parece ser necessário que as oportunidades de formação sejam capazes de contemplar não só o domínio técnico de cada tecnologia ou *software* e as suas potencialidades relativamente aos tópicos de Matemática mas também o modo como essas ferramentas podem ser usadas na sala de aula e o modo como criar na escola as condições organizacionais adequadas à sua efectiva utilização. Estas condições organizacionais envolvem tanto a logística (equipamentos e sua manutenção, espaços, condições de acesso por

professores e alunos) como os projectos educativos que orientam a sua utilização e permitem detectar dificuldades e perspectivar novas soluções.

Do estudo apresentado surgem novas questões que se afiguram importantes para investigação futura. Por exemplo, como favorecer o entrosamento da formação em novas tecnologias com a prática profissional? Podem as dinâmicas de grupo, envolvendo equipas de professores, e as culturas profissionais, envolvendo as estruturas associativas e as estruturas institucionalizadas das escolas, sustentar o desenvolvimento dos professores de Matemática relativamente ao uso inovador de novas tecnologias na sala de aula? Estas questões fazem ressaltar a necessidade de analisar a forma como objectivos de formação ligados à preparação para a actividade investigativa sobre as práticas se relacionam com a estrutura e conteúdo da formação. Sublinham também a necessidade de aprofundar a relevância da dialéctica teoria-prática na formação de professores em novas tecnologias como elemento facilitador de mudanças.

Referências

Balacheff, N. (1993). Artificial intelligence and real teaching**.** In C. Keitel & K. Ruthven (Eds.), *Learning from computers: Mathematics education and technology* (pp. 131-158). Berlim: Springer-Verlag.

Ball, D., Higgo, J., Oldknow, A., Straker, A., & Wood, J. (1991). A matemática contará? In J. P. Ponte (Ed.), *O computador na educação matemática* (pp. 81-112). Lisboa: APM.

Barton, S. D. (1995). *Reluctant reformers' instructional practice and conceptions of teaching calculus when using supercalculators*. http://archives.math.utk.edu/ ICTCM.

Bogdan, R., & Biklen, S. (1994). *Investigação qualitativa em educação*. Porto: Porto Editora.

Bottino, R. M., & Furinghetti, F. (1994). Teaching mathematics and using computers: Links between teachers' beliefs in two different domains. *Proceedings of PME XVIII* (Vol. 2, pp. 112-119), Lisboa, Portugal.

Boufi, A. (1994). A case study of a teacher's change in teaching mathematics. *Proceedings of PME XVIII* (Vol. 2, pp. 120-127), Lisboa, Portugal.

Bright, G. W., & Prokosch, N. E. (1995). Middle school mathematics teachers learning to teach with calculators and computers, part II: Teacher change. *School Science and Mathematics*, *95*(7), 338-345.

Canavarro, A. P. (1993). *Concepções e práticas de professores de matemática: Três estudos de caso* (Tese de mestrado, Universidade de Lisboa). Lisboa: APM.

Chapman, O. (1993). Facilitating in-service mathematics teachers self-development. *Proceedings of PME XVII* (Vol. 1, pp. 228-235), Tsukuba, Japão.

Cooney, T. J., & Krainer, K. (1996). Inservice mathematics teacher education: The importance of listening. In A. J. Bishop, K. Clements, C. Keitel, J. Kilpatrick, & C. Laborde (Eds.), *Internacional Handbook of Mathematics Education* (Vol. 1, pp. 1155-1185). Dordrecht: Kluwer.

Cuban, L. (1986). *Teachers and machines*. New York: Teachers College.

Cuban, L. (1998). High-tech schools and low-tech teaching: A commentary. *Journal of Computing in Teacher Education*, *14*(2), 6-7.

Dreyfus, T. (1993). Didactic design of computer-based learning environments. In C. Keitel & K. Ruthven (Eds.), *Learning from computers: Mathematics education and technology* (pp. 101-128). Berlim: Springer-Verlag.

Fleener, M. J. (1995). A survey of mathematics teachers' attitudes about calculators: The impact of philosophical orientation. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, *14*(4), 481-498.

Goldenberg, E. P. (1990). Seeing beauty in mathematics: Using fractal geometry to build a spirit of mathematical inquiry. In W. Zimmermann & S. Cunningham (Eds.), *Visualization in teaching and learning mathematics* (pp. 39-66). Washington, DC: Mathematical Association of America.

Lessard-Hébert, M., Goyette, G., & Boutin, G. (1994). *Investigação qualitativa: Fundamentos e práticas*. Lisboa: Instituto Piaget.

Panel on Educational Technology (1997). *President`s committee of advisors on science and technology*. USA: http://www.whitehouse.gov/WH/EOP/OSTP/NSTC /PCAST/k-12ed.html

Papert, S. (1996). *A família em rede*. Lisboa: Relógio D'Água.

Ponte, J. P. (1990). Teachers' perceived roles of the computer in mathematics education. In G. Booker & P. Cobb (Eds.), *Proceedings of PME XIV* (Vol. 1, pp. 183-190), México.

Ponte, J. P. (1992). Concepções dos professores de matemática e processos de formação. In *Educação Matemática: Temas de investigação* (pp. 187-239). Lisboa: Instituto de Inovação Educacional.

Ponte, J. P. (1994). O estudo de caso na investigação em educação matemática. *Quadrante*, *3*(1), 3-18.

Ponte, J. P., Matos, J. M., & Abrantes, P. (1998). *Investigação em educação matemática: Implicações curriculares*. Lisboa: Instituto de Inovação Educacional.

Ponte, J. P. & Santos, L. (1998). Práticas lectivas num contexto de reforma curricular. *Quadrante*, *7*(1), 3-33.

Rice, M. (1992). Teacher change: A constructivist approach to professional development. *Proceedings of PME XVI* (Vol. 2, pp. 250-257), Durham, USA.

Santaella, C. M. (1998). *Formación para la profesión docente*. Madrid: Force & GEU.

Schõn, D. A. (1992). Formar professores como profissionais reflexivos. In A. Nóvoa (Ed.), *Os professores e a sua formação* (pp. 77-92). Lisboa: Dom Quixote.

Selby, L., Ryba, K., & Williams, H. (1994). Teachers' perceptions of learning with information technology in mathematics and science education: A report on Project Prometeus. *Journal of Computing in Teacher Education*, *10*(3), 24-30.

Swetman, D. L., & Baird, W. E. (1998). Sustained support for science and math teachers' use of microcomputers. *Journal of Computing in Teacher Education*, *14*(4), 13-18.

Thompson, A. (1992). Teacher's beliefs and conceptions: a synthesis of the research. In D. A. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics learning and teaching* (pp. 127-146). New York, NY: Macmillan.