

Educação Unisinos
18(1):64-76, janeiro/abril 2014
© 2014 by Unisinos - doi: 10.4013/edu.2014.181.07

Impacto do Programa de Formação Contínua em Matemática para professores de 1º ciclo do ensino básico no seu conhecimento didático

The impact of the Lifelong Training Program in Mathematics on the didactic knowledge of elementary school teachers

Maria Palmira Alves
palves@ie.uminho.pt

José António Fernandes
jfernandes@ie.uminho.pt

Nuno Miguel Silva
nmiguelpsilva@gmail.com

Resumo: Em Portugal, o Programa de Formação Contínua de Matemática para professores do 1º ciclo (do 1º ao 4º ano de escolaridade) tem por meta principal promover o conhecimento didático dos professores, tendo em vista o sucesso escolar dos alunos em matemática. No presente estudo, inquiriram-se 197 professores generalistas do 1º ciclo do ensino básico, que participaram no programa durante o ano letivo de 2007/2008, sobre as suas percepções acerca de várias dimensões do ensino e da aprendizagem da matemática e da sua participação no programa. Em termos de resultados, salientam-se, do antes para o depois da formação, algumas mudanças que vão no sentido das recomendações atuais para o ensino da matemática, que parecem requerer um maior tempo de formação tendo em vista o aprofundamento do conhecimento didático.

Palavras-chave: Programa de Formação Contínua em Matemática, professores do 1º ciclo do ensino básico, dimensões de ensino e aprendizagem.

Abstract: In Portugal, the Lifelong Training Program in Mathematics for elementary school teachers (from the 1st to the 4th grade) is primarily designed to promote the teachers' didactic knowledge in order to improve the pupils' performances in mathematics. In the present study, 197 generalist elementary school teachers who had participated in the program during the 2007/2008 school year were inquired about their perceptions concerning various dimensions of the teaching and learning of mathematics and about their participation in the program. Concerning results, we highlight, comparing the period before and after training, some changes that point to the current recommendations for the teaching of mathematics that seem to require a longer training period in order to improve the teachers' didactic knowledge.

Keywords: Lifelong Training Program in Mathematics, elementary school teachers, teaching and learning dimensions.

Introdução

Os resultados do *Programme for International Student Assessment* (OCDE, 2004), realizado em 2003 e centrado na literacia matemática, que colocaram Portugal entre os países com mais baixos níveis de literacia, bem como os fracos resultados obtidos pelos alunos nos exames nacionais de matemática alertaram as autoridades educativas portuguesas para a necessidade de serem tomadas medidas com o propósito de alterar este cenário.

Em consequência, em 2005, assiste-se ao lançamento do Programa de Formação Contínua em Matemática (PFCM) para professores de matemática do 1º ciclo do ensino básico, posteriormente alargado aos professores de matemática do 2º ciclo. O objetivo maior deste programa é o de desenvolver atividades de formação que integrem as práticas dos professores, interligando a vertente do saber matemático e a vertente do saber didático e pedagógico, para o aprofundamento do conhecimento matemático, didático e curricular dos professores para um ensino da Matemática mais competente e sustentado.

Os resultados de outras investigações referem que, frequentemente, os professores veiculam uma imagem deformada da Matemática e manifestam atitudes negativas face à disciplina, que têm impactos importantes, sobretudo no que concerne à aprendizagem da didática da Matemática e ao ensino dos conteúdos matemáticos aos alunos (Ma, 2009; Morin, 2008). Esta questão assume particular relevância no caso dos professores do 1º ciclo do ensino básico, uma vez que muitos deles apresentam uma formação matemática frágil (Gomes *et al.*, 2001).

Neste contexto, no presente artigo apresentam-se alguns resultados do impacto do PFCM para professores

de matemática do 1º ciclo do ensino básico, que participaram durante o ano letivo de 2007/2008 na formação desenvolvida por uma instituição do ensino superior do Norte de Portugal, sobre o seu conhecimento didático, contemplando as quatro dimensões seguintes: perspectivas sobre a matemática e a sua aprendizagem; preparação das práticas letivas; práticas letivas e autoavaliação da participação no PFCM.

O desenvolvimento do conhecimento didático e o ensino da matemática

Ensinar matemática pressupõe a transformação dos conhecimentos de referência para os tornar compreensíveis aos alunos de cada nível de ensino. A didática da Matemática estuda as condições de difusão dos conhecimentos e dos saberes matemáticos, cabendo-lhe analisar as condições históricas da emergência de cada conceito matemático, os problemas que permite resolver, as diferentes formas de o ensinar e os usos sociais que dele são feitos, para favorecer o complexo processo de transposição didática. Algumas investigações desenvolvidas sobre o conhecimento matemático do professor e do futuro professor de Matemática evidenciaram fragilidades e inconsistências na sua formação específica para o ensino da Matemática (Brown e Borko, 1992; Veloso, 2004), situação que merece uma atenção especial, pois se é um facto que alguns erros podem ser superáveis, outros podem gerar consequências importantes relativamente ao ensino e à aprendizagem da Matemática.

Hill *et al.* (2008) propõem três componentes do conhecimento matemático do professor: (i) *conhecimento comum do conteúdo*, ou seja, o conhecimento para resolver problemas matemáticos; (ii) *conhe-*

cimento especializado do conteúdo, isto é, o conhecimento especial do professor que o habilita a planificar e desenvolver sequências de ensino do currículo; e (iii) *conhecimento no horizonte matemático*, em que se incluem os aspetos históricos, filosóficos e a natureza do conhecimento matemático.

Relativamente ao conhecimento didático do conteúdo, os autores consideraram também três componentes: (i) *conhecimento do conteúdo e os alunos*, que se refere ao conhecimento sobre como os alunos pensam, sabem ou aprendem este conteúdo. É o conhecimento de matemática necessário para a tarefa de ensinar, que inclui o saber dos erros e dificuldades comuns, as concepções erróneas e uma compreensão mais profunda dos conceitos matemáticos, por forma a ser capaz de explicar aos alunos o significado dos conteúdos, valorizando a compreensão do aluno, e saber como evolui o seu raciocínio matemático; (ii) *conhecimento do conteúdo e o ensino*, que resulta da integração do conhecimento do conteúdo matemático com o conhecimento do ensino desse conteúdo. Inclui saber construir, a partir do raciocínio dos alunos e das estratégias por eles usadas, processos pertinentes para tratar e corrigir os seus erros e concepções erróneas; e (iii) *conhecimento do currículo*, entendido como o conhecimento das diretrizes curriculares, orientações, fins e motivações das mesmas, materiais curriculares e sequencialização dos temas nos diferentes níveis escolares.

Outros autores destacam quatro domínios nas práticas pedagógicas do professor, que constituem o núcleo do conhecimento didático: (i) o conhecimento do conteúdo ou conhecimento da matemática; (ii) o conhecimento do currículo; (iii) o conhecimento do aluno e dos seus processos de aprendizagem;

e (iv) o conhecimento do processo instrucional (Ponte e Santos, 1998; Varandas, 2000).

O *conhecimento do conteúdo* refere-se ao conhecimento disciplinar, à visão que se tem sobre a natureza e a estrutura do conteúdo. O *conhecimento do currículo* diz respeito ao conhecimento dos objetivos e métodos, da articulação dos conteúdos elencados no programa oficial da disciplina e dos materiais e recursos a partir dos quais se selecionam as tarefas a propor aos alunos, bem como ao tempo de lecionação dos conteúdos. O *conhecimento sobre a aprendizagem* reporta-se ao conhecimento do professor sobre as capacidades dos alunos e à forma como eles aprendem, aos seus interesses e expectativas de modo a adaptar a tarefa em consequência. O *conhecimento instrucional* refere-se aos saberes provenientes da prática e que orientam toda a atividade profissional do professor. É a partir dele que cada professor organiza as tarefas de acordo com os objetivos que se propõe alcançar e determina procedimentos de ação para cada tipo de situação emergente da sua prática. Nesta dimensão do conhecimento incluem-se a preparação e gestão das aulas, as formas de trabalho dos alunos e a avaliação.

Tradicionalmente, os currículos de matemática incluíam a formulação das finalidades e objetivos a alcançar, a indicação de uma listagem de conteúdos matemáticos a abordar, um conjunto de orientações metodológicas gerais e a indicação das formas e instrumentos de avaliação das aprendizagens. Esta forma de definir o currículo conduz, no entender de Niss (2003), à ideia de que ensinar e aprender matemática se reduz aos conteúdos identificados e listados, e que saber matemática se reduz ao conhecimento de factos e à execução de destrezas relacionadas

com os conteúdos programáticos. Ora, os conceitos que compõem o saber matemático, pelas suas características históricas, são provenientes do saber escolar, mas, ao serem resultado de uma elaboração mais ou menos efêmera e mais ou menos confusa, podem dar a impressão que os conhecimentos a ensinar podem deduzir-se facilmente dos saberes estabelecidos.

Por outro lado, a ideia que o aluno domina os conhecimentos já ensinados e que nada sabe relativamente aos conhecimentos a ensinar deve dar lugar a considerar que os conhecimentos já aprendidos têm sempre de ser mobilizados, quer para se aperfeiçoarem, quer para avaliar a sua eficácia, e os conhecimentos a aprender raramente são totalmente desconhecidos pelos alunos, pois ligam-se a outros conhecimentos provenientes do mesmo campo conceptual e estão socialmente presentes. Assim, é necessário ter em conta os aspetos positivos, ou seja, os potenciais elos de ligação conceptual e os aspetos negativos, ou seja, os obstáculos criados pelos falsos conhecimentos. A este propósito, Brousseau (1983, p. 171) refere que “o erro não é somente o efeito da ignorância, da incerteza, do acaso [...], mas o resultado de um conhecimento anterior, que poderia ter o seu interesse, o seu sucesso, mas que agora se revela falso ou simplesmente inadaptado”. Neste último caso, um estudo conduzido por Tirosh e Graeber (1989) revelou que, de uma forma geral, as operações aritméticas estão ligadas a modelos primitivos, tais como “a multiplicação aumenta sempre” e “a divisão diminui sempre”.

Assim, é importante ter em conta outro aspeto complexo no processo de transposição didática, que tem a ver com o domínio que o professor tem dos conteúdos, pois, mesmo

que tenha um bom domínio dos conteúdos, poderá ter dificuldades em torná-los acessíveis aos alunos, sendo importante algum distanciamento e reflexão para perceber as dificuldades conceptuais ligadas a certos conhecimentos, mesmo que pareçam elementares. As práticas profissionais são marcadas por aspetos de natureza pessoal, entre os quais se salientam os conhecimentos, as concepções e as dificuldades (Goodson, 1997), pelo que um percurso formativo alicerçado no trabalho colaborativo e na reflexão promoverá maior articulação interpares e favorecerá a mudança curricular, nomeadamente ao nível das atividades que, tradicionalmente, têm predominado na aula de Matemática (Ponte, 1994).

O papel exercido pela vivência de experiências matemáticas diversificadas em contextos intra e extramatemáticos, em profunda articulação com os tópicos curriculares, revela-se essencial ao possibilitar um ensino orientado para o desenvolvimento da literacia e competência matemática do aluno. Esta vivência, ao possibilitar ao aluno a recolha e análise de dados reais, contribui para que, progressivamente, se torne num resolvidor de problemas, aprenda a dar sentido a situações aplicadas e desenvolva a capacidade de comunicar o seu pensamento de forma convincente (Schoenfeld, 2001).

A criação de um ambiente de trabalho em que se valorizem a exploração, a descoberta, a criação de regras e padrões e em que a atividade a desenvolver pelo aluno provoque o raciocínio e outros processos de pensamento matemático, é um ambiente propício a um ensino vocacionado para o desenvolvimento da literacia e da competência matemática (Guzmán, 1993; NCTM, 1994). A aula de matemática, nesta perspectiva, assumir-se-á como uma comunidade matemática genuína em que se

constroem ideias matemáticas, se produz conhecimento e se desenvolvem capacidades matemáticas (Schoenfeld, 1992).

Uma tarefa pode ser formulada pelo professor, ser da iniciativa do próprio aluno ou resultar da negociação entre professor e alunos. A forma como as tarefas são entendidas pelos alunos é condicionada pelas atividades propostas que, por isso, influenciam e estruturam a capacidade de pensamento e raciocínio e, em última análise, a aprendizagem da matemática. As tarefas centradas na exploração de conceitos matemáticos contribuem para o desenvolvimento de formas mais produtivas de raciocinar, permitindo um melhor domínio dos conceitos do que as tarefas centradas numa aprendizagem mecânica (Hiebert e Wearne, 1993). O desenvolvimento de um ensino suportado em tarefas com um nível de exigência cognitivo elevado, isto é, com uma aposta forte no raciocínio, parece conduzir a melhores desempenhos matemáticos do que um ensino suportado em tarefas de memorização e processos mecânicos de resolução de problemas (Stein e Lane, 1996). Orientar o ensino para o desenvolvimento da literacia matemática e focado nas aplicações da matemática (Schoenfeld, 2001), que situem os alunos num determinado contexto, preferencialmente familiar, parece ser um caminho didático para a melhoria das aprendizagens em matemática.

Em síntese, a análise dos conhecimentos escolares, a análise das práticas de ensino (o que se ensina? quando? como?), a observação e a análise das concepções dos alunos, a consideração dos novos recursos e os avanços conceptuais da didática da matemática remetem para modalidades de ensino diferenciadas do tradicional enfoque de exposição do professor.

Método

O presente artigo centra-se nas percepções dos formandos que participaram no PFCM para professores do 1º ciclo do ensino básico, implementado por uma instituição do ensino superior, sobre o desenvolvimento e a implementação do conhecimento didático.

De entre os vários objetivos do PFCM, comuns a todas as instituições implicadas na formação a nível nacional, incluem-se dois centrados no aprofundamento do conhecimento matemático, didático e curricular, como forma de sustentar práticas de ensino:

- (i) Promover um aprofundamento do conhecimento matemático, didático e curricular dos professores do 1º ciclo envolvidos, tendo em conta as atuais orientações curriculares neste domínio.
- (ii) Favorecer a realização de experiências de desenvolvimento curricular em Matemática que contemplem a planificação de aulas, a sua condução e reflexão por parte dos professores envolvidos, apoiados pelos seus pares e formadores (Serrazina *et al.*, 2005, p. 3).

Em termos do processo formativo, preconiza-se que se deve partir da experiência profissional dos professores criando espaços de experimentação e reflexão conjunta sobre as práticas e partir delas para o desenvolvimento de um saber sustentado, que considere as características dos alunos.

Os formandos inscrevem-se no 1º ano do programa de formação, podendo continuar a formação durante mais um 2º ano, semelhante ao 1º ano e tendo em vista aprofundar a formação. Durante o 1º ano de formação estão contempladas 15 sessões de formação conjunta entre o formador e os formandos, com a duração de três horas cada, e quatro

sessões de acompanhamento, correspondentes a experiências pedagógicas observadas em contexto de sala de aula, num total de 10 horas por formando. Nas sessões de formação conjunta, parte-se das questões curriculares ao nível da concretização do currículo na sala de aula, procedendo à planificação de aulas, trabalhando diversos temas matemáticos e explorando materiais didáticos, de modo a ir ao encontro das necessidades e interesses dos formandos. Trata-se, assim, de um trabalho centrado no conhecimento matemático, curricular e didático, em que as metodologias utilizadas nas sessões conjuntas contemplam espaços de negociação dos principais focos de incidência, incentivando o trabalho em grupo, onde se partilham reflexões e experiências, elaboram materiais e discutem ideias.

Ao longo das experiências pedagógicas, em sala de aula, são registados os episódios mais significativos, que servem para a reflexão conjunta sobre as decisões que os professores tomam ao longo da aula. É a partir do que o professor registou que poderá dar-se o confronto entre o que acontece na sala de aula e as atitudes de ensino, as teorias que se julgam seguidas e o comportamento efetivamente adotado (Ramos e Gonçalves, 1996).

O formador colabora nas planificações e participa nas dinâmicas de sala de aula, de modo a aprofundar a reflexão posterior sobre as experiências realizadas com os alunos, ressaltando conquistas e fracassos e apontando o que é necessário desenvolver. Será na interdependência entre motivações, questionamento e reflexão que se criarão as condições para o desenvolvimento profissional dos professores.

Seguidamente abordam-se os principais aspetos da metodologia do estudo realizado, aludindo aos participantes, ao instrumento de

recolha de dados e ao tratamento e análise de dados.

Participantes

No estudo, aqui apresentado, participaram 197 formandos, dos 273 que no ano letivo de 2007/2008 participaram no 1º ano do PFCM numa instituição do ensino superior da região Norte de Portugal, o que corresponde à obtenção de 72,2% de respostas ao questionário enviado a todos os formandos.

Todos os formandos eram professores generalistas do 1º ciclo do ensino básico, nível de ensino que inclui os quatro primeiros anos de escolaridade. Na Tabela 1 apresenta-se a caracterização dos formandos participantes no estudo segundo as

variáveis género, idade, habilitações académicas, situação profissional e tempo de serviço docente.

A grande maioria dos formandos são do género feminino, como seria de esperar numa profissão altamente feminizada; nas suas idades destaca-se ligeiramente o intervalo dos 35 aos 45 anos; a grande maioria possui o grau académico de licenciado; quase todos os formandos pertencem ao Quadro de Escola ou ao Quadro de Zona Pedagógica, o que corresponde a situação de emprego estável na própria escola em que leciona ou numa escola próxima; e cerca de 2 em cada 3 formandos têm 10 ou mais anos de serviço docente, o que corresponde a uma considerável experiência de ensino.

Instrumento de recolha de dados

A recolha de dados foi efetuada através de dois questionários, o primeiro aplicado no início do PFCM e o segundo aplicado no final do 1º ano do PFCM. Ambos os questionários se centravam na obtenção das percepções dos formandos acerca de várias dimensões, distinguindo-se entre eles apenas em duas dimensões: aspetos profissionais críticos; perspectivas sobre a matemática e a sua aprendizagem; preparação das práticas letivas; práticas letivas; atividades extracurriculares; formação de professores; razões da inscrição no PFCM (incluída apenas no questionário inicial) e autoavaliação da participação no PFCM (incluída apenas no questionário final).

Neste artigo, apenas abordamos as dimensões: perspectivas sobre a matemática e a sua aprendizagem; preparação das práticas letivas; práticas letivas e autoavaliação da participação no PFCM. Os itens incluídos nestas dimensões eram fechados ou abertos. No caso dos itens fechados, eles tinham apenas dois formatos: itens categoriais dicotómicos (com as opções de resposta Sim e Não) e itens com escalas de tipo Likert, em que foi estabelecida uma escala de frequência com quatro pontos (Nunca ou raramente, Algumas vezes, Muitas vezes e Sempre ou quase sempre). Já os itens abertos foram apenas usados na dimensão de autoavaliação da participação no PFCM.

Tratamento e análise de dados

No tratamento e análise de dados, calcularam-se frequências (em percentagem), médias e desvios padrão e resumiram-se os resultados obtidos em tabelas. As médias (\bar{x}) e desvios padrão (s) foram determinados nos

Tabela 1. Caracterização dos formandos participantes no estudo.
Table 1. Characterization of the participants.

Variáveis	Valores	Percentagem (n = 197)
Género	Feminino	85,8
	Masculino	14,2
Idade (em anos)	Menos de 35	36,5
	Entre 35 e 45, inclusive	39,1
	Mais de 45	24,4
Habilitações académicas	Bacharelato	15,2
	Licenciatura	78,2
	Pós-graduação	2,0
	Mestrado	3,6
	Não responde	1,0
Situação profissional	Quadro de Escola	41,1
	Quadro de Zona Pedagógica	58,4
	Contratado	0,5
Tempo de serviço docente (em anos)	Menos de 10	33,5
	Entre 10 e 20, inclusive	39,6
	Mais de 20	26,9

itens com escalas de tipo Likert, depois de efetuada a codificação: 1 — Nunca ou raramente; 2 — Algumas vezes; 3 — Muitas vezes; 4 — Sempre ou quase sempre.

Além disso, no sentido de aprofundar o estudo, usaram-se ainda métodos estatísticos inferenciais, fundamentalmente de dois tipos: no caso dos itens categoriais dicotómicos, envolvendo variáveis de tipo nominal, estabeleceram-se comparações entre as respostas dos formandos antes e depois da formação, através da aplicação do teste de McNemar; no caso dos itens com escalas de tipo Likert, envolvendo variáveis de tipo escalar, estabeleceram-se também comparações entre as respostas dos formandos antes e depois da formação, agora através da aplicação do teste *t* de Student para amostras emparelhadas.

Em toda a análise estatística efetuada, recorreu-se ao programa *Statistical Package for Social Sciences* (SPSS), versão 16.0 para Windows, e adotou-se um nível de significância estatística de 0,05.

Percepções dos formandos e a implementação do PFCM

A apresentação das percepções dos formandos face à implementação do PFCM é estruturada a partir das quatro dimensões consideradas: perspectivas sobre a matemática e a sua aprendizagem; preparação das práticas letivas; práticas letivas; e autoavaliação da participação no PFCM.

Percepções sobre a matemática e a sua aprendizagem

Para a maioria dos formandos, a importância da matemática decorre da possibilidade de *fazer cálculos*, *perceber o espaço que nos rodeia* e

exercer uma cidadania esclarecida e crítica, conforme se observa na Tabela 2. Do antes para o depois da formação destacam-se apenas pequenas diferenças das percentagens de respostas, diminuindo no caso de *fazer cálculos* e aumentando nos outros dois aspetos.

As percepções dos formandos sobre os principais aspetos a considerar na melhoria da aprendizagem da matemática não sofreram alteração com a frequência do PFCM, como se conclui da Tabela 3. Dentro de cada categoria, podemos observar que a ordem das frequências de cada um dos aspetos não se alterou do antes para o depois da formação, mantendo-se os *materiais didáticos*, ao nível das condições de trabalho, como o aspeto referido por quase todos os formandos, a *formação contínua* como o aspeto referido por cerca de 3 em 4 formandos, ao nível da formação, e a *estabilidade profissional* e a *reformulação dos programas* como os aspetos referidos por um pouco menos que 3 em 4 formandos, respetivamente, ao nível da valorização social e do sistema de ensino.

Já quanto às metodologias que melhor promovem a aprendizagem dos alunos em matemática verifi-

cam-se, pela Tabela 4, alterações nas percentagens com que são referidas nos dois momentos entre os quais decorreu a formação.

Entre o antes e o depois da formação verificou-se uma diminuição mais expressiva na referência à metodologia *resolvem muitos exercícios repetitivos* e uma menor redução na metodologia *o professor mostra como fazer*. Por outro lado, observou-se um aumento das referências no caso das metodologias *descobrem por eles próprios os conceitos*, *resolvem problemas relacionados com o seu dia a dia*, *expõem e discutem as suas ideias e as dos outros* e *participam na avaliação do seu trabalho*.

Em termos de significância estatística, a aplicação do teste de McNemar determinou alterações estatisticamente significativas quando *os alunos resolvem muitos exercícios repetitivos* ($p=0,000$), *o professor mostra como fazer* ($p=0,034$), *os alunos descobrem por eles próprios os conceitos* ($p=0,045$) e *participam na avaliação do seu trabalho* ($p=0,000$).

Preparação das práticas letivas

Por observação da Tabela 5, do antes para o depois da formação,

Tabela 2. Importância da Matemática.
Table 2. Importance of Mathematics.

Para si, a Matemática é importante para:	% de respostas	
	AF	DF
Fazer cálculos	68,5	62,9
Perceber o espaço que nos rodeia	75,1	77,7
Exercer uma cidadania esclarecida e crítica	62,4	68,5
Ter acesso a um melhor emprego	26,9	24,9
Ter acesso a um melhor curso	25,9	24,4
Outra	6,6	3,6

Nota: AF — Antes da Formação; DF — Depois da Formação.

Tabela 3. Aspetos fundamentais para a melhoria da aprendizagem da matemática.
Table 3. Main aspects for improving mathematics' learning.

Indique os aspetos que considera fundamentais para a melhoria da aprendizagem da Matemática:	% de respostas	
	AF	DF
<i>Melhoria das condições de trabalho</i>		
Equipamentos	55,8	55,8
Materiais didáticos	97,5	97,0
Espaços	20,3	25,9
Menor número de alunos por turma	74,6	72,1
Outra	3,6	6,1
<i>Mais formação</i>		
Matemática durante a formação inicial	35,0	34,0
Pedagógico-didática durante a formação inicial	54,3	49,2
Contínua	78,7	76,1
<i>Valorização social</i>		
Remuneração	23,9	27,4
Imagem social da profissão	56,3	51,3
Estabilidade profissional	72,6	68,0
Outra	1,5	1,5
<i>Sistema de ensino</i>		
Reformulação de programas	67,5	72,1
Regime de pluridocência	25,9	26,4
Outra	3,6	4,1

Nota: AF — Antes da Formação; DF — Depois da Formação.

Tabela 4. Metodologias de aprendizagem da matemática.
Table 4. Methodologies of mathematics' learning.

Os seus alunos aprendem melhor Matemática quando:	% de respostas	
	AF	DF
Resolvem muitos exercícios repetitivos	32,0	15,7
O professor mostra como fazer	41,1	31,5
Descobrem por eles próprios os conceitos	66,0	73,6
Resolvem problemas relacionados com o seu dia a dia	85,8	89,3
Expõem e discutem as suas ideias e as dos outros	76,6	82,7
Escutam atentamente as ideias de outros que são mais competentes (seja o professor ou outros alunos)	31,0	30,5
Trabalham com os seus colegas, em pares ou pequenos grupos	75,6	76,6
Trabalham individualmente	27,9	25,9
Participam na avaliação do seu trabalho	53,9	68,5
Outra	2,0	0,5

Nota: AF — Antes da Formação; DF — Depois da Formação.

verificam-se pequenas diferenças nas médias das frequências das referências usadas na planificação das aulas pelos formandos. Especificamente, verifica-se um aumento no caso das *orientações metodológicas*, das *competências definidas para a disciplina* e uma diminuição relativamente à *experiência pessoal* e *guias ou livros do professor*.

De entre estas quatro referências, a aplicação do teste *t* para amostras emparelhadas determinou diferenças estatisticamente significativas apenas nos casos *competências definidas para a disciplina* ($p=0,025$) e *guias ou livros do professor* ($p=0,002$), enquanto no caso *orientações metodológicas* se registou um valor no limite da significância estatística ($p=0,050$).

Como se observa pela Tabela 6, os formandos prepararam mais frequentemente as suas aulas *individualmente*, tendo-se observado, do antes para o depois da formação, uma ligeira diminuição e um pequeno aumento nos casos da preparação *com colegas da escola que lecionem os mesmos anos escolares* e *com colegas de outras escolas*.

De todas estas formas de preparação das aulas, o teste *t* para amostras emparelhadas determinou diferenças estatisticamente significativas apenas no caso *com colegas da escola que lecionem os mesmos anos escolares* ($p=0,01$). Este resultado pode evidenciar uma influência da formação no aprofundamento do trabalho cooperativo entre os formandos.

Práticas letivas

Após a frequência do PFCM, verificamos pela Tabela 7 que o conhecimento dos formandos melhorou em relação a quase todos os materiais, salientando-se o caso das *miras*, dos *polydrons* e dos *curvilíneos*. Além destes materiais, em que se verificou uma grande

diminuição da percentagem de formandos que os desconheciam, também se destaca uma considerável diminuição da percentagem de desconhecimento no caso do *material multibásico*, *barras Cuisenaire* e *blocos-padrão*.

Do antes para o depois da formação, verifica-se pela Tabela 8 ter havido um aumento das frequências nas seguintes situações de trabalho na sala de aula: *problemas*; *trabalho com situações da realidade*; *discussão entre alunos*; *atividades*

de exploração; *atividades de investigação*; *trabalho de grupo* e *trabalho de pares*. À exceção da situação *atividades de exploração*, em todos os outros casos o teste *t* para amostras emparelhadas determinou diferenças estatisticamente significativas: *problemas* ($p=0,009$); *trabalho com situações da realidade* ($p=0,000$); *discussão entre alunos* ($p=0,000$); *atividades de investigação* ($p=0,000$); *trabalho de grupo* ($p=0,007$) e *trabalho de pares* ($p=0,000$).

Tabela 5. Referências usadas pelos professores na planificação das aulas de matemática.

Table 5. References used by teachers in the mathematics' lessons planning.

Quando prepara as suas aulas de Matemática, apoia-se em:	AF		DF	
	\bar{x}	<i>s</i>	\bar{x}	<i>s</i>
Objetivos	3,2	0,73	3,2	0,70
Conteúdos programáticos	3,3	0,62	3,3	0,65
Orientações metodológicas	2,9	0,75	3,0	0,73
Competências definidas para a disciplina	3,2	0,66	3,3	0,62
Experiência pessoal	3,1	0,68	3,0	0,72
Guias ou livros do professor	2,5	0,81	2,3	0,80
Orientações curriculares - nível de escola	2,5	0,86	2,5	0,76
Manuais escolares	2,7	0,76	2,7	0,80

Nota: AF — Antes da Formação; DF — Depois da Formação.

Tabela 6. Formas de preparação das aulas de matemática.

Table 6. Styles of planning the mathematics' lessons.

Prepara as suas aulas de Matemática:	AF		DF	
	\bar{x}	<i>s</i>	\bar{x}	<i>s</i>
Individualmente	3,5	0,85	3,4	0,79
Com colegas da escola que lecionem os mesmos anos escolares	2,1	0,99	2,4	0,99
Com outros colegas da escola	1,7	0,75	1,7	0,71
Com colegas de outras escolas	1,7	0,83	1,8	0,84

Nota: AF — Antes da Formação; DF — Depois da Formação.

Tabela 7. Conhecimento de materiais didáticos.

Table 7. Knowledge of didactical materials.

Para cada um dos materiais seguintes, assinale os que <i>não</i> conhece	% de respostas	
	AF	DF
Material multibásico	10,2	1,0
Geoplano	0,5	1,5
Tangram	0,5	1,5
Miras	62,9	26,5
Conjunto de sólidos geométricos	0,0	2,0
Conjunto de poliedros regulares	7,1	4,1
Polydrons	52,8	29,6
Cubinhos fixáveis	18,3	15,3
Barras Cuisenaire	18,8	3,6
Blocos-padrão	31,5	20,4
Curvímetros	47,2	24,0
Fita métrica	0,5	2,6
Blocos lógicos	0,0	1,5
Ábaco	0,5	1,0

Nota: AF — Antes da Formação; DF — Depois da Formação.

Tabela 8. Situações de trabalho na sala de aula.

Table 8. Work situations in the classroom.

Para cada uma das situações de trabalho na sala de aula apresentadas a seguir, assinale a frequência com que as explora nas suas aulas	AF		DF	
	\bar{x}	s	\bar{x}	s
Exercícios	3,3	0,58	3,2	0,57
Problemas	3,0	0,60	3,1	0,48
Exposição pelo professor	2,7	0,73	2,6	0,72
Trabalho com situações da realidade	2,8	0,63	3,1	0,60
Discussão entre alunos	2,5	0,69	2,8	0,70
Atividades de exploração	2,6	0,68	2,7	0,69
História da matemática	1,6	0,63	1,6	0,63
Atividades de investigação	2,0	0,66	2,2	0,67
Trabalho individual	3,0	0,63	2,9	0,56
Trabalho de grupo	2,5	0,60	2,7	0,61
Trabalho de pares	2,5	0,64	2,6	0,63
Trabalho de projeto	2,0	0,68	2,0	0,70

Nota: AF — Antes da Formação; DF — Depois da Formação.

No sentido oposto, verificou-se uma diminuição das frequências nas seguintes situações de trabalho na sala de aula: *exercícios; exposição pelo professor e trabalho individual*. Agora, a aplicação do teste *t* para amostras emparelhadas determinou diferenças estatisticamente significativas no caso dos *exercícios* ($p=0,013$) e próximas da significância estatística no caso da *exposição pelo professor* ($p=0,051$).

Relativamente aos materiais usados para ensinar Matemática, do antes para o depois da formação, destaca-se, na Tabela 9, um aumento da média das frequências no caso dos *jogos didáticos e do computador*. Em ambos os materiais, a aplicação do teste *t* para amostras emparelhadas determinou diferenças estatisticamente significativas, respetivamente *jogos didáticos* ($p=0,024$) e *computador* ($p=0,029$).

No sentido oposto, verificou-se uma diminuição das médias de frequência no caso dos *materiais manipuláveis*, no uso das *fichas de trabalho de outros professores* e no uso do *quadro preto*. Em qualquer destes materiais, a aplicação do teste *t* para amostras emparelhadas não determinou diferenças estatisticamente significativas.

Finalmente, do antes para o depois da formação, os formandos não alteraram substancialmente as formas de avaliação dos alunos em Matemática. Pela Tabela 10 constata-se que as percentagens de respostas nos dois momentos de aplicação do questionário são semelhantes, observando-se a maior discrepância no caso dos *trabalhos de casa*, cuja percentagem diminuiu do antes para o depois da formação.

Autoavaliação da participação no PFCM

Na perspectiva da grande maioria dos formandos, o PFCM produziu

alterações nas suas práticas (91,4%) e contribuiu para o desenvolvimento do seu conhecimento didático (81,2%). No caso das práticas, pela Tabela 11, salientam-se as alterações: *novas competências e metodologias; introdução de novos*

materiais; uso de mais situações-problema, menos exposições, mais discussão de ideias; e reflexão sobre as aulas.

No caso do conhecimento didático, por observação da Tabela 12, destacam-se: a *utilização de*

Tabela 9. Frequência da utilização dos materiais para ensinar matemática.
Table 9. Frequency of materials' utilization to teach mathematics.

Para cada um dos materiais apresentados a seguir, assinale a frequência com que os utiliza nas suas aulas para ensinar Matemática	AF		DF	
	\bar{x}	s	\bar{x}	s
Manual adotado	3,0	0,70	3,0	0,75
Calculadora	1,6	0,69	1,6	0,70
Jogos didáticos	2,5	0,59	2,6	0,63
Materiais manipuláveis	2,8	0,63	2,7	0,67
Computador	2,0	0,70	2,1	0,75
Fichas de trabalho do próprio professor	2,9	0,69	2,9	0,66
Fichas de trabalho de outros professores	2,3	0,76	2,2	0,72
Fichas de trabalho comerciais	2,1	0,70	2,1	0,74
Quadro preto	3,4	0,74	3,3	0,71
Compilação de textos	1,9	0,72	1,9	0,76
Trabalhos dos alunos	2,5	0,81	2,5	0,79

Nota: AF — Antes da Formação; DF — Depois da Formação.

Tabela 10. Formas de avaliação em matemática.
Table 10. Styles of assessment in mathematics.

Quais das seguintes formas de avaliação utiliza na avaliação dos seus alunos em Matemática?	% de respostas	
	AF	DF
Testes escritos	88,8	85,2
Fichas de trabalho	97,5	98,5
Participação na aula	98,5	96,9
Trabalhos de casa	58,9	50,5
Registo de incidentes críticos	22,8	24,0
Grelhas de autoavaliação	63,5	64,3

Nota: AF — Antes da Formação; DF — Depois da Formação.

Tabela 11. Alterações das práticas percecionadas pelos formandos.
Table 11. Changing practices perceived by participants.

Se a formação que frequentou produziu alterações nas suas práticas, que alterações ocorreram?	% de respostas
Novas competências e metodologias	44,2
Introdução de novos materiais	17,7
Uso de mais situações-problema, menos exposições, mais discussão de ideias	6,6
Reflexão sobre as aulas	6,1
Deixar os alunos resolver os seus problemas	5,6
Uso de novas tecnologias	0,5
Mais segurança no ensino da Matemática	0,5
Motivação para continuar	0,5
Não responde	18,3

Tabela 12. Alterações do conhecimento didático percecionadas pelos formandos.

Table 12. Changing didactical knowledge perceived by participants.

Se a formação que frequentou alterou o seu conhecimento didático em matemática, refira em que aspetos?	% de respostas
Utilização de novos materiais e exploração de atividades	42,6
Aplicar corretamente conceitos matemáticos	11,7
Melhorou o conhecimento didático e pedagógico da matemática	13,7
Boa formação inicial	1,0
Não responde	31,0

novos materiais e exploração de atividades; aplicar corretamente conceitos matemáticos e melhorou o conhecimento didático e pedagógico da matemática.

Finalmente, relativamente aos aspetos da formação considerados mais positivos, mais de metade dos formandos (54,8%) referiu a *troca de experiências*, e em menor percentagem mencionaram *novos materiais didáticos* (18,8%) e a *interação entre os formandos* (6,1%). Já quanto aos

aspetos da formação considerados mais negativos, mais de metade dos formandos (53,4%) não referiu qualquer aspeto negativo, seguindo-se o *horário da ação* (25,9%) e a *elaboração do portefólio* (7,6%).

O facto de a formação ocorrer em período pós-laboral, em geral, no final de um dia de trabalho, foi sentido pelos formandos como uma carga excessiva de trabalho, em que o cansaço produzido os impediu de uma participação mais ativa na formação.

Quanto ao portefólio, ele constituiu o principal instrumento de avaliação dos formandos na ação de formação. Neste caso, os formandos viram-no como algo que podia ser dispensado das suas tarefas de formação.

Conclusão

De entre as quatro dimensões consideradas no estudo, *perspectivas sobre a matemática e a sua aprendizagem, preparação das práticas letivas, práticas letivas e autoavaliação da participação no PFCM*, foi nas duas últimas que se verificaram maiores alterações do antes para o depois da formação. As limitadas alterações verificadas nas duas primeiras dimensões podem explicar-se pelo facto de nela estarem implicadas concepções e crenças dos formandos sobre a matemática e a sua aprendizagem, que pela sua natureza tácita se tornam muito difíceis de alterar numa curta intervenção e na ausência de uma clara intencionalidade (Thompson, 1992).

Corroborando os resultados obtidos no presente estudo, Serrazina *et al.* (2011), recorrendo a várias investigações focadas no PFCM, referem benefícios decorrentes da frequência do programa de formação ao nível do conhecimento matemático e didático, da preocupação com a planificação das aulas e do desenvolvimento de uma atitude mais reflexiva sobre as práticas. Segundo estes autores, “estas mudanças de atitudes correspondem muitas vezes a uma alteração das práticas, nomeadamente na natureza das tarefas e dos recursos utilizados” (p. 6). No caso do portefólio, que era completamente novo para os formandos, ele não mereceu o consenso de todos.

Por outro lado, a autoavaliação muito positiva da participação no 1º ano do PFCM, por parte dos

formandos, foi também confirmada num estudo de Silva *et al.* (2010), agora no contexto de um grupo de formação, constituído pelo formador e por 10 formandos. Apesar da visão muito otimista dos formandos sobre a sua participação no PFCM, Silva (2011) constatou que alguns formadores não eram totalmente concordantes com tal perspectiva, salientando a ausência de condições logísticas (materiais e tempo) para uma melhor realização da formação e a pertinência do aprofundamento da formação durante mais um 2º ano de participação no programa.

Em consonância com a visão dos formadores, o facto de, em geral, do antes para o depois da formação, as alterações ocorridas irem ao encontro das recomendações atuais para o ensino da matemática, quer ao nível das prescrições curriculares oficiais (Ministério da Educação, 2007), quer emanadas de comunidades profissionais de professores e educadores matemáticos (NCTM, 2007), reforça as potencialidades da participação dos formandos num 2º ano do programa de formação. Neste âmbito, para além de considerarem a possibilidade de participação dos formandos num 2º ano de formação como um ponto forte do programa, Serrazina *et al.* (2011) referem que alguns aspetos do desenvolvimento profissional dos formandos só se desenvolveram e consolidaram no 2º ano.

Ainda segundo Serrazina *et al.* (2011), na maioria das investigações revistas no seu estudo reconhece-se a importância atribuída à “forte ancoragem do PFCM na prática de sala de aula [...], incluindo-se aqui a lecionação e a reflexão sobre a prática letiva” (p. 12), o que certamente não terá sido estranho à receção que o programa teve junto dos formandos e ao próprio impacto que teve no desenvolvimento do seu conhecimento didático.

Referências

- BROUSSEAU, G. 1983. Les obstacles épistémologiques et les problèmes en mathématiques. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 4(2):165-198.
- BROWN, C.; BORKO, H. 1992. Becoming a mathematics teacher. In: D.A. GROUWS (ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning*. New York, Macmillan, p. 209-239.
- GOMES, A.; RALHA, E.; HIRST, K. 2001. Sobre a formação matemática dos professores do 1º ciclo: Conhecer e compreender as possíveis dificuldades. In: I. LOPES; M.C. COSTA (orgs.), *Actas do XII Seminário de Investigação em Educação Matemática*. Lisboa, APM, p. 175-196.
- GOODSON, I.F. 1997. *A construção social do currículo*. Lisboa, Educa, 111 p.
- GUZMÁN, M. 1993. Tendências inovadoras en educación matemática. *Boletim da Sociedade Portuguesa de Matemática*, 25:9-34.
- HIEBERT, J.; WEARNE, D. 1993. Instruction tasks, classroom discourse, and students' learning in second-grade arithmetic. *American Educational Research Journal*, 30(2):393-425. <http://dx.doi.org/10.3102/00028312030002393>
- HILL, H.C.; BALL, D.L.; SCHILLING, S.G. 2008. Unpacking pedagogical content knowledge: Conceptualizing and measuring teachers' topic-specific knowledge of students. *Journal for Research in Mathematics Education*, 39(4):372-400.
- MA, L. 2009. *Saber e ensinar matemática elementar*. Lisboa, Gradiva, 276 p.
- MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. 2007. *Programa de Matemática do Ensino Básico*. Lisboa, Autor, 73 p.
- MORIN, M.P. 2008. Les connaissances Mathématiques et didactiques chez les futurs maîtres du primaire: quatre cas à l'étude. *Canadian Journal of Education*, 31(3):537-566.
- NATIONAL COUNCIL OF TEACHERS OF MATHEMATICS (NCTM). 1994. *Normas profissionais para o ensino da matemática*. Lisboa, APM/IEE, 205 p.
- NATIONAL COUNCIL OF TEACHERS OF MATHEMATICS (NCTM). 2007. *Princípios e normas para a matemática escolar*. Lisboa, APM, 466 p.
- NISS, M. 2003. The need for reform: Perspectives on the result of education – student's competence in mathematics. In: J. CARTER; K. ERIKSEN; S. HORST; R. TROELSEN (eds.), *If reform of University Science Education is the answer – what were the questions? – Proceedings from the 3rd DCN Conference*. Copenhagen, University of Copenhagen, p. 29-36.
- ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÓMICO (OCDE). 2004. *Learning for Tomorrow's World: First results from PISA 2003*. Paris, Autor, 471 p.
- PONTE, J.P. 1994. O desenvolvimento profissional do professor de Matemática. *Educação e Matemática*, 31:9-12 e 20.
- PONTE, J.P.; SANTOS, L. 1998. Práticas lectivas num contexto de reforma curricular. *Quadrante*, 7(1):3-32.
- RAMOS, A.; GONÇALVES, R.E. 1996. Ser professor reflexivo. In: I. ALARCÃO (org.), *As narrativas autobiográficas do professor como estratégia de desenvolvimento e a prática de supervisão*. Porto, Porto Editora, p. 123-150.
- SCHOENFELD, A. 1992. Learning to think mathematically: Problem solving, metacognition and sense making in mathematics. In: D.A. GROUWS (ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning*. New York, Macmillan, p. 334-370.
- SCHOENFELD, A. 2001. Reflections on an impoverished education. In: L.A. STEEN (ed.), *Mathematics and democracy: The case for quantitative literacy*. Princeton, National Council on Education and the Disciplines, p. 49-54.
- SERRAZINA, M.L.; CANAVARRO, A.P.; GUERREIRO, A.; ROCHA, I.; PORTELA, J. 2011. O Programa de Formação Contínua em Matemática: contributos da investigação. In: *Actas do XXII Seminário de Investigação em Educação Matemática*. Lisboa, APM, p. 1-14.
- SERRAZINA, M.L.; CANAVARRO, A.P.; GUERREIRO, A.; ROCHA, I.; PORTELA, J.; SARAMAGO, M.J. 2005. *Programa de Formação Contínua em Matemática para professores dos 1º e 2º ciclos do ensino básico*. Lisboa, DGIDC, 25 p.
- SILVA, N.M.P. 2011. *Avaliação do impacto do Programa de Formação Contínua em Matemática para Professores do 1.º Ciclo do Ensino Básico no desenvolvimento e implementação do conhecimento didático*. Braga, Portugal. Tese de doutoramento. Universidade do Minho, 374 p.
- SILVA, N.M.P.; FERNANDES, J.A.; ALVES, M.P. 2010. Influência de um programa de formação contínua em matemática no conhecimento didático de professores

- do 1º CEB. In: H. GOMES; L. MENEZES; I. CABRITA (orgs.), *Actas do XXI Seminário de Investigação em Educação Matemática*. Lisboa, APM, p. 492-503.
- STEIN, M.K.; LANE, S. 1996. Instructional tasks and the development of student capacity to think and reason: An analysis of the relationship between teaching and learning in a reform mathematics project. *Educational Research and Evaluation*, **2**(1):50-80. <http://dx.doi.org/10.1080/1380361960020103>
- THOMPSON, A. 1992. Teachers' beliefs and conceptions: A synthesis of the research. In: D.A. GROUWS (ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning*. New York, Macmillan, p. 127-146.
- TIROSH, D.; GRAEBER, A. O. 1989. Preservice elementary teachers' explicit beliefs about multiplication and division. *Educational Studies in Mathematics*, **20**(1):79-96. <http://dx.doi.org/10.1007/BF00356042>
- VARANDAS, J.M. 2000. *Avaliação de investigações matemáticas: uma experiência*. Lisboa, Portugal. Dissertação de mestrado. Universidade de Lisboa, 261 p.
- VELOSO, E. 2004. Educação Matemática dos futuros professores. In: A. BORRALHO; C. MONTEIRO; R. ESPADEIRO (orgs.), *A matemática na formação do professor*. Lisboa, Secção de Educação Matemática da SPCE, p. 31-67.

Submetido: 10/07/2012

Aceito: 25/11/2013

Maria Palmira Alves
Universidade do Minho
Instituto de Educação, Campus de
Gualtar
4710-057, Braga, Portugal

José António Fernandes
Universidade do Minho
Instituto de Educação, Campus de
Gualtar
4710-057, Braga, Portugal

Nuno Miguel Silva
Escola EBI S. Martinho do Campo
Rua da Escola Secundária, 4795-468
Santo Tirso, Portugal