
Reflexão, conhecimento e práticas lectivas em Matemática num contexto de reforma curricular no 1º ciclo

Lurdes Serrazina
Escola Superior de Educação de Lisboa

Introdução

Neste artigo pretendo dar a conhecer parte de um estudo que desenvolvi com professoras do 1º ciclo do ensino básico, em que o principal objectivo foi o de investigar as suas concepções sobre a Matemática e o seu ensino, as implicações destas nas práticas lectivas e o modo como elas afectavam as suas interpretações do novo programa de Matemática que defende uma abordagem baseada na resolução de problemas e na utilização de materiais manipuláveis (Serrazina, 1998). Uma atenção especial foi dada ao papel da reflexão no processo de mudança de concepções e de aquisição de conhecimento por parte das professoras, no contexto das abordagens propostas pelo currículo de Matemática do 1º ciclo. O presente trabalho envolveu três professoras duma escola da área de Lisboa.

Este artigo incide num aspecto do conhecimento profissional das professoras, o seu conhecimento da Matemática e sobre a Matemática, a sua relação com esta disciplina. Especial atenção é dada ao modo como esse conhecimento estava relacionado com as suas práticas lectivas e como foi evoluindo ao longo do trabalho colaborativo desenvolvido entre as três professoras e a investigadora, com um forte suporte na reflexão. Uma vez que se trata de professoras do 1º ciclo não é fácil distinguir entre conhecimento da Matemática e conhecimento da Matemática escolar: quando o primeiro é referido é-o no sentido do conhecimento necessário para ensinar Matemática incluindo, nomeadamente a sua compreensão matemática

(Ball, 1991).

Depois de um breve enquadramento teórico, apresenta-se a metodologia utilizada, caracterizam-se as três professoras do estudo e o trabalho desenvolvido. Em seguida, procura-se identificar aspectos do seu conhecimento profissional, o modo como ele foi evoluindo ao longo do tempo e o papel do trabalho colaborativo e da reflexão neste processo.

Enquadramento teórico

O conhecimento profissional é indispensável para desempenhar com sucesso uma actividade profissional. Está directamente relacionado com a acção e baseia-se necessariamente na experiência e na reflexão sobre a experiência, mas não se limita a esta. Diversa investigação (Bromme, 1994; Fennema e Franke, 1992) considera que há uma relação muito estreita entre o conhecimento do professor e o seu ensino, e que este afecta o que ele faz na sala de aula e o que os alunos aprendem.

Existe uma grande diversidade de perspectivas teóricas sobre o conhecimento profissional dos professores (ver por exemplo, Elbaz, 1981; Leinhardt e Smith, 1985; Shulman, 1986). Apesar das suas diferenças, a maioria dos autores assume que não se trata de um conhecimento monolítico, mas composto por várias vertentes, sendo uma delas o conhecimento do conteúdo a ensinar. Hoyle e John (1995) afirmam, a partir da análise de diferentes investigações, que há “uma importante distinção conceptual entre o conhecimento do assunto per si e o conhecimento do assunto para ensinar” (p. 64). Outros autores argumentam que esse conhecimento não é simplesmente proposicional e factual mas engloba a fundamentação conceptual do assunto e as crenças que cada professor tem em relação a ele (Wilson, Shulman e Richert, 1987). Ball (1991) também faz a distinção entre o que considera o conhecimento do assunto e o conhecimento sobre o assunto. Conhecimento do assunto para ensinar engloba conhecimento do que o aluno traz para a sala de aula e conhecimento das formas como os alunos resolvem problemas particulares em áreas específicas. Além disso, naturalmente, o professor de Matemática deve: ter um conhecimento correcto dos conceitos e procedimentos; compreender os princípios subjacentes e os significados em que se baseiam os procedimentos matemáticos; e apreciar e compreender as conexões entre as ideias matemáticas (Ball, 1990a). No caso particular dos professores do 1º ciclo, o conhecimento da disciplina envolve, nomeadamente, os conceitos, os algoritmos das operações, as conexões entre os diferentes procedimentos, os diferentes conjuntos numéricos e a compreensão dos diferentes tipos de erros que os alunos fazem (Leinhardt e Smith, 1985).

As diferentes perspectivas sobre o conhecimento do professor são consistentes com a visão que este está continuamente a ser alterado e a desenvolver-se, através, entre outras, da interação com a Matemática no ambiente da sala de aula, com os alunos e em outras experiências profissionais. Assim, o conhecimento dos professores não pode ser visto isoladamente das suas práticas e do contexto educativo onde se inserem.

No caso particular dos professores do 1º ciclo, o seu conhecimento da Matemática é difícil de distinguir do conhecimento da Matemática que ensinam aos seus alunos e está muito ligado às suas crenças e concepções sobre a Matemática e o seu ensino (Thompson, 1992). Porter *et al.* (1988) consideram como factores que influenciam a forma como os professores do 1º ciclo encaram o ensino da Matemática o conhecimento da Matemática, o interesse e gosto por ensinar Matemática, as crenças sobre a importância da Matemática e as expectativas sobre o que os alunos conseguem fazer.

A investigação sugere que, para muitos professores, e em particular para os do ensino elementar, mudar o seu ensino implica mudar as suas crenças sobre a natureza do conhecimento e da aprendizagem, o seu conhecimento matemático e sobre o processo como ele se desenvolve, a sua relação pessoal com a Matemática e as suas próprias práticas de ensino. Sabe-se que estas mudanças não ocorrem isoladas umas das outras, mas a relação entre elas não é clara (Franke, Fennema e Carpenter, 1997). Para alguns investigadores, as mudanças nas crenças precedem as mudanças nas práticas (Cooney e Shealy, 1997; Ernest, 1989; Shulman, 1986; Thompson, 1992), para outros é ao contrário (Guskey, 1986). Outros (Cobb, Wood e Yackel, 1990; Goldsmith e Shifter, 1997; Nolder, 1992), ainda, referem-se a uma relação dialéctica entre crenças, conhecimento e práticas: novas crenças sobre o processo de aprendizagem, a natureza da Matemática ou sobre as formas como os alunos desenvolvem o seu pensamento matemático fornecem novas lentes através das quais os professores vêem novos significados no pensamento e no discurso dos alunos nas suas aulas.

A reflexão sobre as suas próprias práticas pedagógicas e sobre o que é o ensino e a aprendizagem da Matemática e, especialmente, sobre o que é, para eles, a Matemática constitui um processo que pode levar à mudança de crenças e concepções, bem como da relação dos professores com a Matemática (Thompson, 1992). Esta começa a mudar à medida que os professores reconhecem que o seu papel não é tanto ajudar os seus alunos a adquirir factos e procedimentos, mas antes proporcionar-lhes oportunidades e desafios para que construam uma mais profunda e completa compreensão da Matemática. Quando os professores aprofundam o seu conhecimento e exploram novos materiais e novas tarefas de ensino, muitas vezes

encontram surpresas que desafiam as suas crenças sobre a forma como os alunos aprendem e adquirem conhecimento matemático. Aquilo que os professores podem fazer na aula com os seus alunos e as reacções destes às novas propostas parecem ser muito relevantes. É esta dinâmica entre a mudança das práticas e das crenças que pode resultar numa reorganização substancial do ensino e numa alteração do conhecimento do professor. Este processo pode ser alcançado através da reflexão, quer sobre as propostas curriculares, quer sobre as práticas, e, como consequência, sobre o que significa aprender e ensinar Matemática.

Como os professores foram alunos de Matemática no ensino tradicional o processo de mudança envolve aprender a usar novas tarefas, técnicas e materiais. Mas apenas estas não são suficientes, antes são necessárias mudanças profundas nas suas crenças sobre o que é aprender e ensinar Matemática (Goldsmith e Schifter, 1997). A par das novas estratégias, recursos e técnicas os professores necessitam de oportunidade e tempo para reflectir nas suas crenças sobre o ensino e a aprendizagem da Matemática, observar os seus alunos, tentar compreender a sua forma de pensar e analisar as suas práticas. As situações propostas aos alunos assim como os problemas sentidos por eles na sua resolução podem funcionar como ponto de partida para discussão de questões matemáticas mais gerais. Assim, a reflexão pode surgir quer durante, quer depois do processo de ensino e aprendizagem (Schön, 1983) e através dela o professor pode obter nova compreensão (Shulman, 1987). É uma nova compreensão que resulta no ganhar consciência sobre os objectivos do ensino e o assunto a ensinar. A capacidade para responder espontaneamente às ideias dos alunos e aproveitar todos os momentos para ensinar Matemática exige dos professores uma compreensão profunda tanto das ideias matemáticas subjacentes ao programa do 1º ciclo como das formas habituais como os alunos pensam sobre essas ideias.

Os professores devem realizar pensamento reflexivo, no sentido em que foi definido por Dewey (1933), que considerou que este é importante não só como uma ferramenta para o ensino, mas também como um objectivo de educação, visto que nos permite conhecer o que somos quando actuamos. Para este autor o ‘pensamento reflexivo’ envolve “(1) um estado de dúvida, hesitação, perplexidade, dificuldade mental, na qual o pensamento se origina, e (2) um acto de procura, busca, investigação, para encontrar material que resolverá a dúvida, esclarecê-la-á e desfará a perplexidade” (Dewey, 1933, p. 12). Influenciado pelas ideias de Dewey, Schön (1983) introduziu o conceito de ‘reflexão na acção’ como um meio pelo qual o conhecimento profissional é trazido para o campo da tomada de decisões profissionais, ou seja, é representado como um processo de formular e resolver problemas.

Ensinar é uma forma de reflexão na acção: reflexão nos fenómenos e nas formas

espontâneas de pensar e actuar de alguém, empreendidas no meio da acção para orientar a acção posterior (Schön, 1988). Por um lado, antes das aulas, os professores têm de tomar decisões que afectarão o seu ensino: tomam decisões sobre o que ensinar, como ensinar, que estratégias e materiais utilizar e como organizar a aula. Por outro lado, durante o ensino, o professor tem também de tomar decisões, quase espontaneamente, as quais resultam da reflexão na acção, tais como reestruturar o seu plano tendo em atenção as reacções dos alunos; responder às perguntas dos alunos; encorajar um aluno a participar mais activamente na aula de acordo com o seu conhecimento pessoal; resolver um problema de indisciplina, etc.

Cada nova experiência de reflexão na acção enriquece o reportório do professor. Depois de um dia de trabalho, quando o professor reflecte na sua própria experiência, no seu próprio processo de investigação, nas suas atitudes e estratégias, pensamentos e tomadas de decisão, ele está a reflectir sobre a acção e a reflectir sobre a reflexão na acção (Schön, 1987, 1992). Estes três tipos de reflexão aumentam o conhecimento do professor sobre o ensino e o processo de aprendizagem e ajudam-no a tomar decisões no futuro. Deste modo, o conhecimento do professor muda e desenvolve-se.

Assim, a reflexão é orientada para a acção (Kemmis, 1985) e tem o seu significado em relação a um contexto ou situação - neste caso o ensino da Matemática. Mas, a reflexão deve ter força para provocar a acção (Jaworski, 1993), isto é, levar os intervenientes a repensar a sua forma de ensinar Matemática.

Vários autores (Handal e Lauvas, 1987; Kemmis, 1985; van Manem, 1977) referem-se a níveis de reflexão. No caso particular dos professores do 1º ciclo, quando se envolvem numa reflexão mais profunda sobre o que significa fazer Matemática, é provável que aumentem a sua compreensão da Matemática (Ball, 1991) e o seu conhecimento sobre como ensinar Matemática aos seus alunos. Pode dizer-se que adquirem conhecimento explícito da Matemática, na medida em que passam a conseguir conversar sobre Matemática e não apenas a descrever os passos para fazer os procedimentos. Conseguem também explicar os julgamentos feitos e os significados e razões para certas relações e procedimentos. Desta forma, o seu conhecimento passa de tácito (isto é, sabe fazer-se mas não se sabe explicar porquê) a explícito. Como professores de Matemática são capazes de propor e desenvolver actividades que resultam numa compreensão significativa dos conceitos e procedimentos matemáticos pelos seus alunos, mas também numa compreensão explícita e adequada da Matemática, designadamente o que significa “fazer” Matemática. Desta forma a sua própria relação com a Matemática é alterada, envolvendo-se eles próprios em actividade matemática.

Este processo pode ser muito estimulado pela presença de alguém que ajude os professores a reflectir nas suas próprias práticas e um ambiente onde possam discutir e partilhar significados, de forma a adquirirem mais conhecimento matemático e maior confiança nas suas próprias capacidades para aprender mais Matemática. A reflexão individual pode ser muito enriquecida quando os professores estão envolvidos naquilo que Keiny (1994) designa por uma equipa de reflexão. Para este autor, para haver mudança conceptual são necessários dois contextos interactivos: as práticas reais do professor e um ambiente social como uma equipa de reflexão. Esta equipa de reflexão funciona como o lugar onde as questões que resultam da prática são colocadas e discutidas, novas necessidades são sentidas e novos conhecimentos são adquiridos. O elemento externo que questiona, lança questões, propõe desafios é fundamental (Day, 1991) para o alargar do conhecimento de Matemática e sobre a Matemática dos professores. Mas este processo não é fácil e exige estabelecer e manter relações duradouras, onde o investigador e os professores envolvidos são agentes activos na produção de um novo discurso pedagógico. O investigador procura colocar questões que sejam consideradas pelos professores como relevantes para as suas necessidades profissionais, as respostas são investigadas colaborativamente, mas a responsabilidade da acção é dos próprios professores (Day, 1999). Para além disso, a equipa de reflexão funciona também como o local onde os professores têm oportunidade de partilhar as suas experiências da sala de aula com outros parceiros envolvidos no mesmo processo (Wood, Cobb e Yackel, 1991).

Metodologia

A investigação aqui relatada resulta de um trabalho empírico realizado nos anos de 92, 93 e 94. Dada a natureza do estudo considerou-se adequada a utilização de uma metodologia qualitativa e interpretativa. A investigadora teve o papel de observadora-participante (Fetterman, 1989). A recolha de dados foi feita através duma diversidade de métodos: entrevistas (formais e informais), notas de campo (da observação de aulas, das sessões de trabalho desenvolvidas com as professoras, de outras actividades na escola), e documentos escritos (fichas de trabalho dos alunos, planificações de aulas, relatórios escritos pelas professoras, etc.). Tratou-se de um estudo prolongado no tempo (quase três anos lectivos), embora com diferente intensidade ao longo do percurso. As principais actividades da investigadora na escola foram: observação de aulas, encontros com cada professora individualmente (para discutir e analisar as aulas observadas) e sessões de trabalho com as três professoras. Além disso, foram feitas quatro entrevistas formais (isto é gravadas em

áudio e transcritas), três com cada professora individualmente e uma entrevista de grupo com as três. Duas das entrevistas tiveram lugar no início e no fim do trabalho de campo e as outras duas em momentos diferentes do percurso. A observação de aulas foi realizada desde o início, embora com maior intensidade durante o segundo ano do estudo.

Nesta investigação, a revisão de literatura e a recolha e a análise de dados não decorreram em fases distintas, mas estiveram interligadas. Tentei seguir o conselho de Miles e Huberman (1994), que recomendam entremear desde o início a recolha e a análise de dados, de modo a permitir ao investigador pensar sobre os dados recolhidos e usá-los para informar a recolha de novos dados. Assim, a análise dos primeiros dados (entrevistas iniciais e notas de campo) foi sendo feita à medida que outros dados iam sendo recolhidos. O procedimento de análise utilizado foi semelhante ao método de comparação constante (Glaser e Strauss, 1967): as indicações iniciais dos dados, os objectivos da investigação e os *insights* da literatura orientaram o desenvolvimento do trabalho. A análise do primeiro conjunto de dados permitiu refinar as categorias e escaloná-las para futura intervenção (Porter, 1984). Os códigos foram expandidos e revistos com a posterior recolha de dados e envolvimento com a literatura por um prolongado período de tempo.

As professoras

Como já foi referido, as professoras pertenciam todas a uma mesma escola do 1º ciclo dos subúrbios de Lisboa. Trata-se de uma escola grande numa zona com muitos problemas sociais e com diferentes etnias. As professoras tinham uma grande experiência de ensino, tendo a mais nova cerca de quarenta anos de idade e a mais velha cerca de cinquenta e cinco anos. Neste estudo elas são designadas pelos pseudónimos de Ana, Marta e Joana. A escola trabalhava em dois turnos e as três professoras pertenciam ao turno da manhã. Todas eram consideradas profissionais competentes e interessadas, com uma boa relação tanto com os alunos como com os pais. Pertenciam à equipa do Projecto Minerva da escola e foram-me indicadas pela colega da ESE que, no âmbito deste projecto, apoiava esta escola.

Dado o tipo de trabalho que pretendia realizar considerei, desde o início, que as professoras participantes deveriam pertencer à mesma escola, pois isso facilitaria a organização e o desenvolvimento do trabalho conjunto. Assim, o único critério de selecção das professoras foi o facto de pertencerem à mesma escola e mostrarem disponibilidade para trabalhar na Matemática. Nenhuma delas tinha uma preferência especial por esta área disciplinar - pelo contrário, referiram alguns problemas nas

suas relações com a Matemática. Os seus conhecimentos matemáticos eram, em grande parte, os que tinham adquirido enquanto alunas de Matemática durante os seus percursos escolares nos ensinos primário e secundário. Todas tinham como formação inicial o curso do Magistério Primário concluído antes de 1975¹. Durante o seu percurso profissional apenas uma delas tinha frequentado uma acção de formação sobre o ensino da Matemática². Esta situação era explicada pelas próprias devido à falta de oportunidade e alguma falta de motivação para procurar este tipo de formação. O contrário acontecia com as outras áreas disciplinares, onde tinham participado em diferentes acções. Ana e Joana estavam mesmo a frequentar um CESE³.

Ana, a mais nova das três, ensinava há vinte anos e era considerada uma boa professora, preocupada com os seus alunos. Não era muito expansiva e tinha uma grande insegurança relativamente à Matemática e ao seu papel como professora desta área disciplinar. Propunha actividades inovadoras nas outras disciplinas (por exemplo, na Língua Portuguesa e no Estudo do Meio) mas confessava as suas limitações em Matemática:

Matemática é a disciplina para a qual preciso de mais ajuda. É um trauma que me vem desde o 5º ano de escolaridade. Na primária até era boa aluna em Matemática, mas depois tive um professor muito mau que me pôs a odiar a Matemática e desde aí foi a minha disciplina pior.

Marta era extrovertida e tinha um grande envolvimento com os seus alunos. Definiu a sua relação com a Matemática, no início do estudo, do seguinte modo:

Eu não gosto muito de Matemática, porque penso que não tenho conhecimento suficiente, embora tenha vindo a fazer um esforço para a ensinar tão bem quanto sou capaz. Mas tenho mais inclinação para a Língua Portuguesa.

Joana referia-se à sua relação com a Matemática do seguinte modo:

Eu não gostava de Matemática quando era estudante. De álgebra ainda percebia alguma coisa, agora de geometria nunca gostei.
Prefiro ensinar Língua Portuguesa...

No início da investigação, Joana tinha uma classe problemática, com alguns alunos com problemas graves de aprendizagem. Era muito receptiva a propostas novas, que experimentava de imediato pôr em prática, às vezes de um modo

irreflectido. Quando a reacção dos alunos não era a que esperava ficava perplexa e mostrava algumas dificuldades em lidar com a situação.

O trabalho desenvolvido

O trabalho desenvolvido com as três professoras teve um carácter colaborativo no sentido definido por Day (1991). O meu papel como investigadora foi o de promover e manter um ambiente no qual a discussão conduzisse a desafios, mas também proporcionasse apoio às professoras. A proposta inicial foi a de desenvolvermos um trabalho conjunto à volta do novo programa de Matemática que acabava de ser publicado pelas autoridades educativas. Foi clarificado que esse trabalho serviria de suporte à realização de uma investigação, mas não se limitaria a isso. Desde o início o projecto foi entusiasticamente recebido pelas professoras que viram nele uma forma de adquirirem formação em Matemática.

O trabalho foi organizado em duas linhas. Uma, a observação de aulas de Matemática de cada uma das professoras. Estas aulas não eram discutidas comigo antecipadamente. Normalmente as professoras diziam-me o que iam trabalhar com os alunos, mas a preparação era feita por elas. Depois das aulas tentávamos conversar sobre alguns dos episódios vividos. A outra linha consistiu na organização de sessões de trabalho conjunto (as três professoras e eu). Estas sessões realizaram-se de uma forma sistemática durante todo o trabalho de campo, embora com periodicidade diferente ao longo do tempo. O grupo formado pelas professoras e a investigadora pode ser considerado como uma equipa de reflexão, no sentido definido por Keiny (1994), onde as professoras reflectiam sobre as suas práticas, discutiam e partilhavam significados, aprofundando os conhecimentos de Matemática e sobre o seu ensino e aprendizagem. O meu papel como investigadora foi o de ajudar a promover essa reflexão através das questões que formulava, de clarificar aspectos matemáticos, propôr desafios que eram discutidos e resolvidos em conjunto. As dúvidas e questões colocadas resultavam por vezes da reflexão sobre episódios que tinham acontecido na aula de uma das professoras.

Como investigadora participei em diferentes actividades na escola durante um período prolongado de tempo. Observei aulas de cada uma das professoras, realizei entrevistas e recolhi documentação escrita. Realizei também encontros sistemáticos com as três professoras e sessões de trabalho (tipo *workshop*), onde foram discutidos e trabalhados diferentes aspectos do ensino da Matemática neste nível de escolaridade. Algumas destas sessões foram alargadas a outras professoras da mesma escola.

Uma vez que o estudo começou no ano lectivo de 1991/92⁴ o trabalho conjunto

começou com uma análise do novo programa de Matemática para o 1º ciclo, discussão e clarificação de alguns aspectos, acompanhada pela leitura e discussão de textos (por exemplo, Serrazina, 1988; Yackel *et al.*, 1990). Desta análise e discussão emergiram muitas questões que as professoras quiseram trabalhar. Discutiu-se o uso de diferentes materiais manipuláveis como o geoplano, o tangram, blocos multibásicos para a base dez, etc. As professoras desconheciam completamente muitos dos materiais referidos no programa ou tinham deles apenas um conhecimento superficial. Assim, o trabalho envolveu a discussão de noções matemáticas implícitas nos diversos temas do programa, a preparação de tarefas para os alunos, a sua resolução pelas professoras, a discussão das soluções e a preparação de como as desenvolver com os alunos na sala de aula. Um outro aspecto do novo programa que foi objecto de análise e de discussão foi o da abordagem da resolução de problemas. Várias vezes as professoras manifestaram o desejo de trabalhar um determinado tópico matemático ou com um dado material manipulável e foram organizadas sessões com esse objectivo, por exemplo, relativamente ao tópico *Padrões e regularidades* e à introdução da dezena com o material multibásico.

A relação entre mim e as professoras não foi apenas a de investigadora, mas desde início fui também considerada formadora (era esse o conhecimento anterior que as professoras tinham a meu respeito) a quem punham questões e de quem esperavam que as ajudasse a resolver. Para mim, como investigadora, foi sempre essencial, por um lado, partir do conhecimento que as professoras tinham sobre o tema ou assunto que estávamos a tratar, e por outro, que as professoras sentissem que o trabalho, em que estávamos envolvidas, tinha algum significado para elas próprias como professoras de Matemática, com uma larga experiência profissional.

O trabalho realizado foi despoletado quer pela observação das aulas de Matemática, quer por pequenos episódios, dúvidas ou questões que as próprias professoras traziam para as sessões de trabalho. Desde o início, elas reconheceram falhas no seu conhecimento matemático e o desejo de ultrapassá-las foi uma das razões do seu envolvimento no estudo. Manifestavam alguma falta de confiança nas suas capacidades para fazer Matemática e na forma como eram capazes de lidar com a Matemática com os seus alunos:

A Matemática é a disciplina em que mais preciso de ajuda. Eu preciso de saber mais...
Eu gostaria de alterar certos aspectos da minha prática... (Ana).

De início não foi fácil pôr as professoras a falar sobre as suas aulas de Matemática e sobre as suas dúvidas e preocupações acerca da disciplina. Este processo implicou

um longo percurso até aceder às percepções das professoras depois das aulas. Foi difícil conseguir que cada uma falasse individualmente comigo. Embora houvesse um esforço para promover um ambiente agradável, onde todas se sentissem confiantes, o meu papel como investigadora era diferente do delas e isso fazia que não fosse fácil às professoras envolverem-se em auto-reflexão sobre as suas aulas.

Na verdade, as sessões de trabalho em grupo (as três professoras e eu) que se iniciaram simultaneamente à observação das aulas foram uma grande ajuda: era mais fácil para as professoras falar aí sobre o que tinha acontecido nas suas aulas de Matemática. Ao fim de algum tempo começaram a referir episódios vividos na classe. A relação que se estabeleceu entre a investigadora e as professoras teve um papel primordial. Em relação a cada professora individualmente, eu conversava com ela depois de cada aula observada e muitas vezes estas reflexões eram levadas para o grupo e continuadas nas sessões conjuntas. Além disso, nas sessões com as três professoras nós discutíamos como um grupo, embora com diferentes papéis. Algumas destas sessões foram planeadas para tratar das tarefas que as professoras estavam a desenvolver na sala de aula, outras para responder a dúvidas suscitadas pela leitura do novo programa. O meu objectivo inicial era o de criar situações que levassem as professoras a questionar as suas práticas e assim terem uma justificação para uma abordagem alternativa. Portanto, tentei seleccionar situações nas quais as professoras se pudessem envolver em experiências de resolução de problemas relevantes para as suas práticas e proporcionar-lhes experiências de aprendizagem da Matemática que conduzissem ao desenvolvimento do seu pensamento matemático. Era-lhes depois pedido para reflectirem na sua própria experiência de ensino na sua aula.

Cada sessão começava com cada professora a relembrar as tarefas que tinha proposto aos seus alunos e como tinham corrido. Partilhavam tanto aquilo em que tinham tido sucesso, como o que, na sua perspectiva, não tinha resultado bem. Algumas vezes, as professoras relatavam outras tarefas que tinham encontrado ou punham questões sobre um tópico particular do programa sobre o qual tinham vindo a pensar ou que tinham de ir trabalhar com os seus alunos. Quando havia muitas questões programávamos algumas sessões para trabalhar nelas. Como estava convencida que as professoras só alteram a sua forma de ensinar ao reflectirem sobre o que ensinam e como o ensinam, as sessões eram conduzidas de forma que elas reflectissem nas diferentes questões, em vez de lhes dar a minha opinião à partida. Normalmente tentava que as professoras expressassem o que pensavam sobre o assunto, quais os aspectos que queriam tratar e quais as dúvidas ou preocupações que tinham, isto é, tentava criar oportunidades para reflexão.

Este trabalho foi muito importante, e todas nós (eu e as professoras) encontramos situações surpreendentes e problemáticas, que nos desafiaram a questionar algumas das nossas certezas. A reflexão nas suas experiências foi uma forma de consciencializarem e examinarem as suas convicções e considerações que resultavam das suas acções como professoras. O termo 'reflexão' neste estudo tem o significado de um "sistemático questionamento das práticas de alguém para melhorar essa prática e aprofundar a sua compreensão sobre ela" (McIntyre, 1993). O meu principal papel foi ajudar e promover essa reflexão questionando as professoras. As questões surgiam principalmente a partir das aulas observadas ou da leitura e análise das orientações do novo programa. Surgiram também a partir de tarefas discutidas em sessões prévias e que as professoras decidiam propôr aos seus alunos.

Mas este processo não constituiu uma tarefa fácil, quer para mim como investigadora, quer para as professoras. Pelo contrário, foi muito exigente e por vezes penoso. Para as professoras porque comecei a observar as suas aulas ao mesmo tempo que se iniciaram as sessões de trabalho em grupo. Elas não estavam habituadas a ter alguém na aula e muito menos alguém com o estatuto de formadora e com quem, na altura, tinham uma relação algo distante. Para mim, como investigadora, tive que ser muito cuidadosa nos meus comentários iniciais às suas aulas, pois não queria reforçar as suas crenças sobre as suas capacidades matemáticas. As sessões de trabalho de grupo tiveram um papel fulcral neste processo, pois voltávamos às tarefas observadas nas aulas e discutíamo-las como grupo, e aqui a sua discussão era muito mais fácil. Muitos aspectos relacionados com conteúdos de Matemática e do seu ensino, relativos ao programa do 1º ciclo, foram assim tratados e discutidos - por exemplo, aspectos relacionados com o conceito de número e as quatro operações aritméticas, o sistema de numeração decimal e muitos aspectos relacionados com a geometria.

O percurso percorrido

De início, as três professoras tinham problemas com a Matemática. Para elas, a Matemática era a matemática escolar (Ball, 1990a; Thompson, 1992) com ênfase na aritmética e sobretudo nos procedimentos. As suas visões sobre o ensino da Matemática estavam próximas do que Simon (1993) chama o paradigma tradicional, onde a Matemática é uma série de procedimentos e factos e a aprendizagem dos alunos envolve escutar ou ler cuidadosamente e realizar de seguida muita prática repetitiva. Na realidade, as três professoras tinham recebido muitas das mensagens sobre como ensinar Matemática durante a sua própria escolaridade (Ball, 1990b;

Civil, 1993) e não tinham nenhuma formação sobre o ensino da Matemática.

Embora afirmando que não gostavam de Matemática, pareciam estar conscientes que as crenças dos professores podem afectar as suas práticas e a confiança dos alunos sobre as suas capacidades de aprender Matemática. Isto era mais evidente no caso de Ana (*tenho feito o possível para não prejudicar os meus alunos*). À medida que a investigação progrediu, bem como o nosso trabalho em conjunto, as professoras ficaram motivadas para fazer Matemática e mais confiantes. Por exemplo, Ana afirmou:

... agora eu compreendo a Matemática de um modo diferente. Eu sempre lhe dei a importância que ela tem, o peso relativo no currículo como um todo porque penso que é uma área fundamental, mas penso que agora posso lidar com ela de uma forma diferente e fazer com que as crianças tenham mais interesse. (...) Penso que o interesse e a motivação do professor passa de um modo automático para os alunos.

As professoras adquiriram algum conhecimento da disciplina, isto é, conhecimento sobre formas de representar e apresentar o conteúdo para alargar a aprendizagem dos alunos e obterem uma compreensão significativa:

A Matemática teve um diferente impacto este ano e as crianças ficaram fascinadas. Posso dizer que isto resulta dos métodos e técnicas que usei este ano. Comecei no ano passado, mas principalmente este ano. (...) Agora temos o papel ponteadado e actividades interessantes para fazer com os alunos. O papel ponteadado também é importante quando trabalhamos com o geoplano. Antes não usávamos papel ponteadado porque nem sabíamos que existia. (*Ana*)

Esta professora reconheceu que tinha mudado a sua forma de abordar a Matemática na sala de aula. No início da investigação eu estive presente numa das suas aulas, em que o tema abordado foram os sólidos geométricos. Um ano e meio depois referiu-se a essa aula dizendo:

... agora eu sinto que trabalho cada vez mais com materiais... coisas que eu às vezes fazia a partir do quadro... não sei se se lembra de uma aula a que assisti em que eu dei os sólidos... agora já não trabalho assim. (...) Já não começaria com uma aula expositiva e este ano, como sabe, fiz assim: tentei que construíssem as formas, sem nomes, sem a preocupação da perfeição de linhas e eles partiram à descoberta dos sólidos e não fui eu própria a dar-lhos como um produto acabado...

Na última entrevista referiu-se à sua experiência durante o trabalho de campo:

Pela primeira vez senti que sou capaz de pensar sobre e discutir diferentes aspectos do ensino da Matemática no 1º ciclo. Que sou capaz de fazer diferentes tipos de actividades matemáticas com as crianças, por exemplo promover uma discussão aberta sobre um problema de Matemática.

Joana frequentemente expressava a sua opinião sobre a Matemática referindo o papel da lógica: *penso que a Matemática tem muito de lógica, talvez a intuição também interesse, mas a lógica é muito importante.*

Esta professora teve desde o início alguns problemas com a geometria. Numa das aulas que observei, na parte inicial do estudo, propôs aos alunos a tarefa de desenharem quadrados no geoplano. Ao ver que alguns alunos não desenhavam quadrados mas outras figuras, disse-lhes que estava tudo errado e mudou de assunto. Como as respostas, que obtive dos alunos, não corresponderam à sua proposta de fazer quadrados, Joana foi incapaz de discutir a situação com esses alunos e a única coisa que conseguiu foi dizer-lhes que estava mal. Não conseguiu pedir-lhes que justificassem as figuras que tinham desenhado, nem tentou perceber qual o seu pensamento ao não corresponderem à proposta feita. Simplesmente tentou que os alunos executassem a tarefa proposta.

Depois desta aula ela não escondeu a sua frustração e comentou: *temos de pensar muito sobre as propostas que fazemos ou então não fazemos nada com jeito... nunca imaginei que fossem fazer outras figuras.* Disse que na altura não foi capaz de perceber o que podia fazer com as figuras desenhadas pelos alunos se não fossem quadrados. Na realidade, o modelo de ensino que possuía era o de certo ou errado e normalmente não pedia explicações. Sensivelmente, um ano depois deste episódio, quando questionada sobre a sua relação com a geometria afirmou:

Penso que estou ainda um pouco insegura. Os alunos fizeram sólidos, planificações dos sólidos, muitas planificações... Depois tentaram fazê-las no computador [*com a linguagem LOGO*]. Não foi fácil, mas dessa maneira foram experimentando o que dava certo ou errado, estavam a construir o conceito de ângulo e outros. Mas para mim, eu estou a aprender com eles, quando eles fazem descobertas eu também faço. Descobriram várias planificações do cubo. Penso que descobriram mais que eu.

(...)

Há uma grande diferença quando comparo uma das minhas aulas de Matemática com as do ano passado. Agora começo com os materiais manipuláveis, antes ensinava-lhes como fazer. Dizia-lhes devem fazer desta maneira e daquela...

Antes decoravam definições, este ano aprenderam as propriedades de cada uma das formas. Não lhes dei as definições. Fiz como tínhamos discutido. (...)

Mas em geometria estou a dar os primeiros passos...

Quando penso sobre a Matemática ainda penso em aritmética, embora já me venham à mente outras coisas como o papel quadriculado ou o tangram...

A Matemática, para ela, continuava ainda muito ligada aos números e sistema de numeração, às tabuadas e aos algoritmos das quatro operações, embora os encarasse de um modo diferente e tentasse que a sua aprendizagem fosse uma actividade significativa para as crianças. Mas continuava a ser difícil para ela considerar a aritmética e a geometria ao mesmo nível.

O conhecimento da Matemática e sobre a Matemática foi aumentando, mas não era fácil para esta professora alterar uma prática de mais de trinta anos. Joana estava a mudar o seu paradigma sobre o ensino da Matemática. Tendo começado no paradigma tradicional evoluiu para um novo paradigma onde a Matemática é uma maneira de pensar (Simon, 1993).

Marta considerava a Matemática (*muito útil para resolver os nossos problemas do dia a dia*), e manifestava uma grande preocupação com os resultados e as definições. Quando questionada sobre a sua relação com a Matemática, respondeu na primeira entrevista:

Quando era aluna reprovei um ano por causa da Matemática. Acho que fiquei traumatizada desde então. Posso dizer que nunca gostei de Matemática quando era aluna.

A relação que tinha com a Matemática era resultado da interligação entre a sua falta de conhecimento sobre o assunto e dos seus sentimentos sobre a disciplina. Teve uma má experiência como aluna de Matemática e desenvolveu sentimentos negativos sobre ela. Isso não impediu que, desde o início do nosso trabalho, fosse muito receptiva e entusiasta e rapidamente experimentasse com os seus alunos aquelas actividades que considerava adequadas, especialmente nas aulas em que eu estava a observar. Sempre que surgia qualquer dúvida questionava-me directamente ou dizia aos alunos para o fazer. Desta forma, ela tirava vantagem da minha presença, porque experimentava uma nova actividade e eu estava lá para clarificar quaisquer dúvidas que aparecessem no decorrer dela.

Depois de aproximadamente um ano de trabalho conjunto afirmou que a sua relação com a Matemática estava a mudar:

Agora gosto de Matemática. Agora deixei de lhes pedir para fazer aqueles cálculos complicados e quero é que os alunos desenvolvam o cálculo mental. Esta forma de aprender Matemática ajuda os alunos a gostar do que fazem.

As tarefas que propunha aos seus alunos eram mais estimulantes. Por exemplo, os alunos desenvolviam muitas actividades de investigação relacionadas com formas

geométricas, corte e colagem, dobragens, pavimentações, etc., que não eram actividades habituais num segundo ano de escolaridade. Mesmo assim, esta professora estava ainda confusa e não foi fácil para ela alterar a sua visão da Matemática como um conjunto de procedimentos a ser memorizado. Por exemplo, os nomes dos sólidos continuavam a ser escritos no quadro e copiados pelos alunos para os cadernos. Como alguns tinham problemas de escrita, demoravam muito tempo a copiar do quadro e os outros estavam à espera e a perder tempo.

Marta estava a viver uma espécie de tensão (Mason, 1988) entre o que acreditava que devia ser o ensino da Matemática e a sua prática de mais de vinte anos. Já conseguia conversar sobre o seu conhecimento matemático e o seu conhecimento sobre a Matemática e da forma como agora trabalhava certos conceitos com os seus alunos:

Antes quando queríamos ensinar a área do quadrado ou do rectângulo, ensinávamos as regras, isto é, que deviam multiplicar os comprimentos dos dois lados. Agora fazemo-lo de uma forma diferente. Primeiro desenham figuras no geoplano e no papel quadriculado com vista a chegarem ao conceito de área. Depois disso medem a área com uma unidade escolhida. Só depois voltam aos rectângulos e aos quadrados, dividem-nos em quadrados pequenos e chegam à fórmula .

Este clima alterou de alguma forma a relação das professoras com a Matemática e a forma como encaravam o seu ensino. No caso particular de Marta, ela percebeu que precisava de saber mais Matemática:

Eu desde que fiz o curso nunca mais estudei Matemática. Fui dando aquela Matemática que sabia que estava nos programas e nos livros (manuais dos alunos), agora já tenho o cuidado de ler outras coisas. Fui à APM e comprei as Normas... ainda não sei é utilizar a linguagem matemática, mas hei-de aprender.

Estava surpreendida com ela própria. Tratava-se de uma nova etapa. Tinha comprado o que designava por livros de Matemática e estava a estudá-los à noite em casa. Até aqui o que tinha feito é o que fazem muitos dos professores do 1º ciclo — não estudam Matemática e não sentem necessidade de o fazer. No máximo, utilizava outros manuais dos alunos (diferentes do adoptado na escola) para planificar e retirar tarefas para as suas aulas.

Marta estava tão entusiasmada com a forma como estava a trabalhar a Matemática com os alunos que decidiu que tinha que ter mais conhecimentos de Matemática. É de realçar a forma como se referia à ideia:

Nunca pensei voltar a estudar, mas estou muito bem impressionada com as Normas. Realmente eles têm razão. Desta forma os alunos gostam de aprender Matemática e nós gostamos de ensiná-la. Não é mais algo que temos de fazer. Agora queremos fazê-lo.

As concepções das professoras sobre o que deve ser a Matemática no 1º ciclo parecem ter mudado de forma substancial, particularmente no tipo de tarefas que propunham aos seus alunos, o papel que atribuíam aos materiais manipuláveis e o papel das crianças na aprendizagem da Matemática. Mesmo assim, a relevância da Matemática continuava a ser vista em termos do seu uso para resolver problemas do mundo real. Embora o processo tenha sido lento, parece terem alargado o seu conceito de problema das situações aritméticas para outras situações utilizando materiais manipuláveis e relacionados com a organização espacial. Mesmo Marta, que tinha alguma dificuldade em considerar certas propostas de geometria como resolução de problemas, referindo o trabalho que desenvolveu com os seus alunos no segundo ano do trabalho conjunto, expressou o seguinte:

Este ano eles fizeram outras coisas importantes. Fizeram trabalho investigativo. Fizeram, por exemplo, aqueles projectos com sólidos geométricos. Investigaram quais as planificações dos sólidos...

Construíram as tabuadas com a minha orientação, mas perceberam o que estavam a fazer.

O trabalho colaborativo e as práticas das professoras

O trabalho desenvolvido, e, em particular as sessões de trabalho conjunto tiveram um papel importante, quer na forma como as professoras passaram a encarar a Matemática, quer na forma como conduziam as suas aulas.

Joana expressou com clareza o papel que as sessões de trabalho desempenharam para ela, mesmo em assuntos tão habituais como as quatro operações aritméticas:

As operações são muito mais interessantes da maneira como a Lurdes nos orientou. (...) Agora estou a tentar ensinar-lhes da maneira que discutimos nas nossas sessões. (...) Os alunos gostaram de fazer as decomposições dos números e estão a construir a sua matemática .

Nas sessões de trabalho foram analisados quer os conceitos das quatro operações aritméticas, quer os seus algoritmos, partindo sempre de questões colocadas pelas professoras ou de reacções dos alunos nas aulas. Foram discutidos e clarificados

aspectos relativos à construção dos algoritmos e a sua relação com o sistema de numeração decimal. A relação de confiança que se estabeleceu entre todas as participantes nas sessões, proporcionou um ambiente favorável à troca de ideias e esclarecimento de dúvidas. As questões levantadas funcionaram, muitas das vezes, como uma forma de pôr em causa muitas das certezas sobre a forma como um determinado assunto devia ou não ser trabalhado com os alunos. O papel da investigadora foi o de lançar questões e ajudar a encontrar respostas, partindo daquilo que era a prática das professoras.

Ana referiu-se do seguinte modo ao trabalho em conjunto:

As sessões que tivemos foram muito importantes e alteraram muito a minha maneira de estar em relação à Matemática, criaram-me uma sensibilidade diferente, por exemplo relativamente ao uso de materiais. Eu sempre trabalhei com materiais, mas agora realmente sinto que trabalho mais... Coisas que eu fazia às vezes a partir do quadro...

Este testemunho tem implícito um dos aspectos que considerei muito importantes no trabalho desenvolvido – o de desenvolver uma sensibilidade diferente. O facto de terem oportunidade de discutir com os seus pares e do seu envolvimento em tarefas diferentes, nomeadamente com materiais, fez com que esta professora passasse a encarar a utilização de materiais no ensino da Matemática de forma diferente. É minha convicção que isto foi fortemente influenciado pelo trabalho desenvolvido na equipa (formada pelas professoras e pela investigadora).

Na entrevista final, Ana fez um balanço do trabalho desenvolvido em conjunto:

Acho que foi óptimo todas as pistas que levámos das acções de formação que fizemos, do trabalho em conjunto desenvolvido na escola com a Lurdes, as pistas que deu, as discussões que fizemos, os esclarecimentos que nos deu, tudo isso foi muito útil para mim.

Para a Marta também as sessões de trabalho tiveram um importante papel no seu desenvolvimento como professora de Matemática.

Posso dizer que a forma como ensino Matemática agora não tem nada a ver com o que fazia antes. Porque insistimos muito na Matemática que trabalhámos em conjunto nas nossas sessões. Por exemplo, na geometria, a construção dos sólidos, o construir as planificações...

Claro que também temos um novo programa, mas eu estou convencida que se não fosse o trabalho em conjunto, teríamos passado por cima do novo programa e continuaríamos a fazer o mesmo. Portanto acho que foi o melhor que nos pôde acontecer foi o ter-nos

proporcionado este trabalho conjunto, que criou em nós uma nova visão da Matemática e consequentemente uma nova maneira de a trabalhar.

A forma como trabalhámos, a maneira como as actividades foram desenvolvidas conseguiu levar-nos a gostar de Matemática.

O papel do trabalho conjunto, isto é, desenvolvido na equipa de reflexão, é mais uma vez explicitado. Através da reflexão, as professoras iam adquirindo nova compreensão. Esta foi alargada pelo aumento do conhecimento do processo de ensinar Matemática na escola neste nível de escolaridade, do que significava os seus alunos saberem Matemática e do modo como reagiam às actividades propostas.

O papel da reflexao no processo de mudança

Como já foi referido, a reflexão sobre o conteúdo a ser ensinado, como é para ser ensinado e uma revisão do ensino à luz dos objectivos originais desempenhou neste trabalho um papel essencial. A reflexão é orientada para a acção, ela tem o seu significado em relação a um contexto ou situação, no presente estudo o ensino da Matemática. Mas reflexão entre os professores do 1º ciclo não é comum, muito menos sobre o ensino da Matemática. Portanto, as professoras precisaram de alguém que as “empurrasse” – papel que foi assumido pela investigadora. Com a ajuda da reflexão elas distanciaram-se de si próprias e das suas actividades, deste modo obtendo visões de si próprias e ao mesmo tempo melhorando as suas práticas e melhorando a sua compreensão da Matemática.

Reflexão neste estudo implicou trabalhar com as professoras, com base nas suas dúvidas e nas observações das suas aulas com o objectivo de as ajudar a compreender a Matemática. Mais precisamente, a reflexão aconteceu quando (1) nós reflectíamos juntas numa forma organizada sobre o que acontecia na sala de aula; (2) discutíamos as nossas percepções das orientações do novo programa; (3) organizávamos e discutíamos possíveis tarefas a propôr aos alunos e o modo de criar actividades de Matemática significativas para a sala de aula.

Ao analisar a forma como cada uma das professoras lidou com a Matemática e o seu ensino durante o trabalho de campo pude identificar algumas características comuns. Estas pareciam depender da sua relação com a Matemática e da sua compreensão da Matemática, do nível de confiança que demonstraram na sua capacidade de fazer Matemática e de comunicá-la aos alunos, e do tipo de análise que eram capazes de fazer das suas práticas e das tarefas que propunham e como as concretizavam nas suas aulas. Em certo sentido, estas podem ser relacionadas com

o grau de ‘conscientização’ (Freire, 1972) que as professoras demonstraram ao longo do tempo. As professoras obtiveram uma consciência mais profunda quer da sua compreensão matemática quer da sua capacidade de transformá-la e consequentemente aumentaram o seu conhecimento sobre a Matemática e o seu ensino. Este processo pode ter sido consideravelmente influenciado pela interacção entre a investigadora e as professoras, bem como pela persistência e honestidade que estas manifestaram desde o início.

O seguinte exemplo pode funcionar como ilustração da forma como as professoras se foram envolvendo no trabalho:

[As professoras pediram para conversarmos sobre o algoritmo da subtracção ‘com empréstimo’, porque tinham consciência que não era um assunto fácil para os seus alunos. Ana e Marta deviam introduzi-lo nesse período lectivo. Como era usual, eu pedi-lhes para me explicarem como costumavam fazer. Marta começou:]

Marta: Normalmente usamos materiais concretos, por exemplo, se queremos calcular $43 - 28$, damos-lhes palhinhas como ‘unidades’ e molhos de palhinhas como ‘dezenas’. Como não podem subtrair 8 de 3, desfazem um molho de 10 palhinhas e ficam com 10 unidades. Assim, já podem subtrair:

$$\begin{array}{r} 43 \\ - 28 \\ \hline \end{array}$$

Joana e Ana: Nós também fazemos assim.

Inv: E depois disso?

Ana: Arranjamos outras situações em que apareçam outros números e repete-se o procedimento.

Inv: E depois?

Marta: Depois eles têm de adquirir o mecanismo, isto é, têm de aprender como fazer a conta sem usar materiais.

Inv: Está bem. Que mecanismo? Importa-se de explicar:

Marta: O algoritmo da subtracção com empréstimo. Como já perceberam podem fazê-lo da forma habitual:

$$\begin{array}{r} 43 \\ - 28 \\ \hline \end{array}$$

Inv: Mas acha que está a usar o mesmo processo que fez com os materiais?

Ana: Não é?

Joana: Eu sempre tenho feito assim desde que utilizo materiais concretos para ensinar a subtracção.

Inv: Vamos pensar. No primeiro caso decompõe-se uma dezena em unidades para se poder subtrair. No segundo caso é o mesmo?

Marta: Talvez não, mas sempre fizemos assim.

Ana: Realmente não é a mesma coisa, mas ...

Inv: Vamos pensar no segundo algoritmo.

Ana: O que fizemos foi juntar 10 ao primeiro número e 10 ao segundo, mas não é fácil explicar, no primeiro junta-se às unidades e no segundo às dezenas...

Inv: Neste caso está-se a usar uma propriedade da subtracção.

Marta: Realmente, coloca-nos perguntas que nunca tínhamos pensado. Então com devemos fazer? Percebi agora que são dois algoritmos distintos e que um não constitui preparação para o outro.

(...)

Bastou pedir às professoras para tentarem explicar a sua maneira de ensinar a subtracção para as envolver num processo de reflexão sobre um assunto que sempre ensinaram, mas nunca tinham questionado antes, apesar de o considerarem um assunto difícil para os seus alunos. Estas professoras tinham um conhecimento tácito sobre os algoritmos, mas não conseguiam explicar os princípios em que se baseava o algoritmo da subtracção. Elas próprias nunca o tinham compreendido explicitamente e parece altamente problemático que tenham ajudado os seus alunos a aprender coisas que elas não compreendiam.

Assim, reflexão neste estudo implicou trabalhar com as professoras, tendo por base as suas dúvidas e questões e as observações das aulas com o objectivo de as ajudar a compreender a Matemática no sentido definido por Ball (1991); “compreensão da Matemática engloba conhecimento substantivo — conhecimento da substância do domínio — e um misto de ideias e disposições sobre o assunto” (p. 7). Por exemplo, a reflexão sobre o algoritmo da subtracção descrito anteriormente ajudou as professoras a adquirir uma nova compreensão da Matemática e aumentar o seu conhecimento matemático. Além disso, esta situação despoletou nas professoras a necessidade de saber mais e quiseram também reflectir sobre os algoritmos da multiplicação e divisão.

Situações de reflexão aconteceram também com cada uma das professoras individualmente. Por exemplo, o seguinte episódio ocorreu depois de uma das aulas da Ana:

[As crianças tinham estado a trabalhar com papel quadriculado, construindo rectângulos com um dado número de quadrados e relacionando esse número com as dimensões do rectângulo]

No fim da aula:

Inv: As crianças pareciam estar a compreender o que estavam a fazer, mas por exemplo, com o número 24, ninguém fez os rectângulos 1×24 ou 2×12 . O que pensa sobre isto?

Ana: Não sei. Talvez a falta seja minha. Eles construíram a tabuada de multiplicar e para mim isso foi suficiente.

Inv: Mas pediu-lhes para fazerem os rectângulos com 24 quadrados, não foi?

Ana: Sim, foi. Mas eu só estava a pensar na tabuada. O meu objectivo era construir a tabuada por este processo.

Inv: Mas podia alargar a tabuada. Os números não têm de caber no dez.

Ana: Sim, percebo, mas mais uma vez é a nossa forma de olhar a Matemática. Quando fizemos o mesmo durante muito tempo, não é fácil alterar. A tabuada sempre terminou no dez... agora parece lógico, mas na aula nem sequer me lembrei.

Ana reflectiu sobre as minhas questões, sobre a maneira como orientou a sua aula, compreendeu-as e justificou a sua atitude. Estava a reflectir no seu ensino, na medida em que reflectia nas actividades e nas reacções das crianças e tentava compreendê-las, embora estivesse consciente das suas limitações, especialmente relacionadas com uma forma diferente de olhar a Matemática, mais virada para a compreensão e menos para as actividades de rotina.

Marta gostava sempre de saber a minha opinião acerca das reacções dos alunos e de partilhar o trabalho que desenvolvia na sala de aula connosco, principalmente quando as propostas que fazia eram resolvidas pelos alunos com sucesso.

[Marta estava orgulhosa do trabalho feito pelos seus alunos na última semana. A partir das planificações e dos cubos construídos pelos alunos fez um poster para colocar na parede da sala de aula e que mostrou orgulhosa no início da nossa sessão de trabalho]

Inv: Porquê propôs esta tarefa aos seus alunos?

Marta: Eles estão no segundo ano e foi a primeira vez que fiz isto no segundo ano. Normalmente fazíamos planificações no 4º ano. Mas eles fizeram muito bem. Primeiro tinham as caixas e abriram-nas para ver as planificações. Depois pedi-lhes para desenharem diferentes planificações do cubo em papel quadriculado. Verificaram se dava. Fizeram por tentativa e erro.

Inv: E depois?

Marta: Recolhi as diferentes planificações feitas pelos alunos.

Inv: Discutiu as diferentes planificações com toda a classe?

Marta: Não, não fiz. Talvez devesse ter feito, mas eles são tão pequeninos e não costumamos fazer esta espécie de discussão. Mas eles gostaram muito da actividade. Para mim foi uma surpresa — os alunos descobriram várias planificações e estavam tão entusiasmados. Nunca pensei ser possível fazer esta actividade com alunos do 2º ano. Parece-me que foi mais fácil para eles do que foi para nós quando fizemos na nossa sessão.

Marta era capaz de reflectir nas actividades realizadas na sua aula, mas o seu entusiasmo estava relacionado com o envolvimento dos alunos na tarefa. Para ela, foi sempre muito importante a reacção dos alunos perante as tarefas propostas.

Também o seguinte episódio, a seguir a uma aula da Joana, mostra como a reflexão sobre o que aconteceu na aula pode levar a um desejo de saber mais sobre o assunto:

[Os alunos tinham estado na aula a trabalhar com o geoplano. Joana disse-lhes para

fazerem quadrados, alguns fizeram outras figuras e Joana disse-lhes simplesmente que estavam errados].

Depois da aula:

Inv: Porquê não explorou as formas que os alunos fizeram em vez dos quadrados?

Joana: Eu nunca tinha pensado sobre isso... precisamos de pensar muito sobre tudo isto. Se não, coisas como esta confundem-nos muito...

Inv: Não acredito.

Joana: É verdade. Se eu tivesse 20 anos em vez de mais de 55, deitava fora toda a velha matemática e começava tudo de novo... Tenho de pensar sobre isso...

Inv: Não precisa de deitar tudo fora.

Joana: Eu sei. Mas eu não me sinto à vontade com a Geometria. Devíamos organizar uma sessão de trabalho para trabalhar este tópico.

Inv: Mas basta pensar sobre as propriedades do rectângulo e do quadrado e compará-las.

Joana: (depois de uma pausa) Pois, algumas delas são as mesmas! Claro! Mas nunca tinha pensado sobre isso desta forma... Com base nas propriedades podemos dizer que um quadrado é um rectângulo... Já tinha ouvido isso, mas tenho de pensar... Não é fácil para mim. Para nós quadrados e rectângulos sempre foram dois conjuntos diferentes de figuras e nunca pensámos sobre elas como tendo propriedades comuns. (...)

Joana assumiu que tinha um conhecimento pobre sobre geometria e sugeriu que se organizassem sessões sobre o assunto. Nestas, para além da discussão do episódio anterior, sugeri um certo número de tarefas utilizando o geoplano e o tangram, o que levou a uma discussão aprofundada sobre a classificação de quadriláteros.

À medida que todo este processo de reflexão se ia desenrolando, as professoras sentiam-se mais confiantes na sua relação com a Matemática e mais motivadas, quer para aprender mais Matemática, quer para ensinar Matemática.

Neste estudo, a reflexão parece ter tido força para ‘provocar acção’ no sentido que uma maior atenção foi dada à utilização de materiais manipuláveis e à organização das actividades na aula, mas também implicou uma atenção mais profunda aos aspectos matemáticos, quer de conteúdo, quer didácticos. Isto só foi possível com uma compreensão mais profunda da Matemática. Esta pode ser ilustrada por vários acontecimentos, por exemplo, quando Joana pediu aos seus alunos para desenharem figuras no geoplano e não foi capaz de discutir com eles por ter conhecimentos insuficientes de geometria e portanto decidiu que devia aprender mais Matemática, ou quando Marta reconheceu que desde a sua formação inicial, pela primeira vez estava a estudar Matemática.

Pode afirmar-se que estas professoras adquiriram novas competências para ensinar Matemática, mas isto implicou um processo muito longo, onde foram passando duma reflexão à volta de aspectos superficiais para questões mais profundas ligadas a aspectos da compreensão matemática.

Este trabalho foi desenvolvido com professoras generalistas, com um fraco

conhecimento de Matemática, que não tinham tido uma boa relação com esta disciplina enquanto alunas e que tinham desenvolvido uma visão da Matemática e do seu ensino que as impedia de ter confiança na sua capacidade de lidar com ela duma maneira diferente. Os dados da investigação levam-me a concluir que a reflexão por elas realizada teve o poder de provocar a acção no sentido em que, à medida que ia decorrendo, conduziu a uma vontade de saber mais Matemática e de compreender melhor as questões que se colocam ao ensino da Matemática neste nível de ensino por parte das professoras envolvidas. A reflexão na acção aconteceu quando as professoras conversavam sobre o que tinha sucedido na sala de aula, depois das aulas, nas sessões de trabalho do grupo e durante as actividades levadas a cabo nos *workshops*.

O trabalho realizado teve uma importante dimensão colaborativa. As sessões de trabalho em grupo foram consideradas essenciais pelas professoras. O grupo funcionou como uma equipa de reflexão no sentido que nele as professoras eram capazes de discutir com as suas colegas e comigo o que acontecia nas suas aulas e a sua relação com as orientações do novo currículo. No entanto, até que esta discussão se pudesse fazer duma forma aberta passou um longo período de tempo. Ao longo de toda a investigação, eu tentei que as professoras assumissem a responsabilidade pela sua própria aprendizagem e o meu papel foi consultivo e colaborativo (Day, 1987), embora deva referir que fui sempre considerada pelas professoras como alguém que as podia apoiar e que de facto o fiz.

A reflexão foi progredindo dum nível mais superficial para uma consideração mais profunda de aspectos que diziam respeito à sua própria compreensão da Matemática. Considerei, desde o início, que as professoras não podem ajudar as crianças a aprender coisas que elas próprias não compreendam (Ball, 1991). Assim, este trabalho envolveu conhecimento de Matemática — compreensão de tópicos particulares (e. g., sistema de numeração e valor de posição), procedimentos (e. g., os algoritmos das quatro operações) e conceitos (e. g., figuras geométricas, área), compreensão de conexões entre tópicos matemáticos (e. g., conexões entre área e multiplicação) - e conhecimento sobre a Matemática, por exemplo, o que significa fazer Matemática, o papel dos materiais manipuláveis no ensino e aprendizagem da Matemática e a natureza do conhecimento matemático. Para além destes aspectos, também a relação das professoras com a Matemática se alterou à medida que estas reflectiam e ganhavam confiança que podiam fazer Matemática e aumentavam a sua compreensão da Matemática. Esta situação contribuiu para alterar a sua visão sobre a Matemática e o seu ensino.

A concluir

Os resultados deste estudo apoiam a ideia que alterações curriculares implicam alterações profissionais e pessoais dos professores e que não basta adquirir mais conhecimento. Por outro lado, reforçam a afirmação que uma pessoa não pode realmente mudar outras, mas só cada um pode mudar, isto é a mudança tem de vir de dentro de si próprio. O melhor que alguém pode fazer é proporcionar condições que ajudem os outros a mudar, se isso é o que eles querem fazer (Easen, 1985). Isto reforça a importância da reflexão sobre as práticas, uma vez que é através deste processo que cada um é capaz de avaliar criticamente a sua actuação.

Os resultados também apoiam a ideia que mudanças nas práticas parecem ocorrer quando os professores ganham auto-confiança e são capazes de reflectir nas suas práticas. Isto pressupõe um elevado grau de consciencialização que os ajude a reconhecer as suas falhas e fraquezas e a assumir um forte desejo de as ultrapassar. Estas coisas levam tempo e os professores têm de ser persistentes. O estudo realça também a vantagem de existir alguém que apoie os professores de uma forma continuada e os ajude a prosseguir a sua reflexão, quando se debatem com dilemas e conflitos (Wood *et al.*, 1991). Este apoio deve incentivar a organização de grupos de trabalho de professores da mesma escola.

Como é referido por Ponte e Santos (1998), não basta que os programas de formação dêem aos professores oportunidades de discutir e repensar as suas concepções sobre a Matemática, o currículo e a aprendizagem. Para desenvolver a capacidade de criar tarefas mais estimulantes o professor necessita de aumentar a sua compreensão matemática, de relacionar os conhecimentos matemáticos, de ter uma atitude aberta para experimentar novas tarefas. No caso particular dos professores do 1º ciclo, a formação deve ser organizada de modo que, ao reflectirem sobre as suas práticas, desenvolvam confiança nas suas capacidades e sintam vontade de aumentar o seu conhecimento de Matemática e sobre a Matemática, pois a capacidade para organizar e conduzir tarefas mais estimulantes com os seus alunos depende do desenvolvimento da sua compreensão matemática e da melhoria da sua relação com a Matemática.

Notas

¹ Um curso de dois anos feito após o antigo 5º ano do ensino secundário (actual 9º ano), sem nenhuma disciplina de Matemática no currículo.

² Só Joana tinha feito no início dos anos 70 uma acção de um dia sobre o 'calculador multibásico'.

³ CESE: Curso de Ensino Superior Especializado. Ana em Animação Escolar e Joana em ensino precoce do Francês.

⁴ Ano de implementação do novo programa no 1º ano de escolaridade. Nenhuma das três professoras tinha 1º ano neste ano lectivo. Duas delas (Ana e Marta) começaram a ensinar o novo programa no ano lectivo seguinte (1992/93) a turmas do 2º ano, e a terceira (Joana) só dois anos depois (1993/94).

Referências

- Ball, D. L. (1991). Research on teaching mathematics: Making subject-matter knowledge part of the equation. Em Jere Brophy (Ed.), *Teachers' knowledge of subject matter as it relates to their teaching practice* (pp. 1-48). Greenwich: JAI Press.
- Ball, D. L. (1990a). Breaking with experience in learning to teach mathematics: The role of a preservice methods course. *For the Learning of Mathematics*, 10(2), 10-16.
- Ball, D. L. (1990b). The mathematical understandings that prospective teachers bring to teacher education. *The Elementary School Journal*, 90(4), 449-466.
- Bromme, R. (1994). Beyond subject matter: A psychological topology of teachers' professional knowledge. Em R. Bichler, R. W. Scholz, R. Sträßer e B. Winkelmann (Eds.), *Didactics of Mathematics as a Scientific Discipline* (pp. 73-88). Dordrecht: Kluwer.
- Civil, M. (1993). Prospective elementary teachers' thinking about teaching mathematics. *Journal of Mathematical Behavior*, 12, 79-109.
- Cobb, P., Wood, T. e Yackel, E. (1990). Classroom as learning environments for teachers and researchers. Em R. D. Davis, C. A. Maher e N. Noddings (Eds.), *Constructivist views on the teaching and learning of mathematics* (pp. 125-146). Journal for Research in Mathematics Education, Monograph n. 4, Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Cooney, T. J. e Shealy, B. (1997). On understanding the structure of teachers' beliefs. Em E. Fennema e B. S. Nelson (Eds.), *Mathematics teachers in transition*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Day, C. (1999). *Developing teachers: The challenges of lifelong learning*. Londres: Falmer.
- Day, C. (1991). Roles and relationships in qualitative research on teachers' thinking: A reconsideration. *Teaching & Teacher Education*, 7(5/6), 537-547.
- Day, C. (1987). Professional learning through collaborative in-service activity. Em J. Smyth (Ed.), *Educating teachers: Changing the nature of pedagogical knowledge* (pp. 207-222). Londres: Falmer.
- Dewey, J. (1933). *How we think*. Londres: Heath.
- Easen, P. (1985). *Making school-centred INSET work*. Milton Keynes: Open University.
- Elbaz, F. (1981). The teachers' "practical knowledge": Report of a case study. *Curriculum Inquiry*, 11, 43-71.
- Ernest, P. (1989). The impact of beliefs on the teaching of mathematics. Em P. Ernest (Ed.), *Mathematics teaching: The state of art* (pp. 249-254). Londres: The Falmer.
- Fennema, E. e Franke, M. L. (1992). Teachers' knowledge and its impact. Em D. G. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp 147-164). Nova Iorque: Macmillan.
- Fetterman, D. M. (1989). *Ethnography step by step*. Londres: Sage.
- Franke, M., Fennema, E. e Carpenter, T. (1997). Changing teachers: Interactions between beliefs and classroom practice. Em E. Fennema e B. S. Nelson (Eds.), *Mathematics teachers in transition*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.

- Freire, P. (1972). *Pedagogy of the oppressed*. Londres: Penguin.
- Glaser, B. G. e Strauss, A. L. (1967). *The discovery of grounded theory: Strategies for qualitative research*. Nova Iorque: Aldine.
- Goldsmith, L. e Schifter, D. (1997). Understanding teachers in transition: Characteristics of a model for developing teachers. Em E. Fennema e B. S. Nelson (Eds.), *Mathematics teachers in transition*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Guskey, T. R. (1986). Staff development and the process of teacher change. *Educational Researcher*, 15(5), 5-12.
- Handal, G. e Lauvas, P. (1987). *Promoting reflective teaching*. Milton Keynes: Open University Press.
- Hoyle, E. e John, P. D. (1995). *Professional knowledge and professional practice*. Londres: Cassel.
- Jaworski, B. (1993). The professional development of teachers: The potential of critical reflection. *British Journal of In-service Education*, 19, 37-42.
- Keiny, S. (1994). Teacher's professional development as a process of conceptual change. Em I. Calgren, G. Handal, e S. Vaage (Eds.), *Teachers' minds and actions* (pp. 232-246). Londres: Falmer.
- Kemmis, S. (1985). Action research and the politics of reflection. Em D. Boud, R. Keogh e D. Walker (Eds.), *Reflection: Turning experience into learning* (pp.139-163). Londres: Kogan Page.
- Leinhardt, G. e Smith, D. A. (1985). Expertise in mathematics instruction: Subject matter knowledge. *Journal of Educational Psychology*, 77, 247-271.
- Mason, J. (1988). Tensions. Em D. Pimm (Ed.), *Mathematics teachers and children* (pp. 164-169). Londres: Open University Press.
- McIntyre, D. (1993). Theory, theorising and reflection in initial teacher education. Em J. Calderhead e P. Gates (Eds.), *Conceptualizing reflection in teacher development* (pp. 39-52). Londres: Falmer.
- Miles, M. C. e Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis* (2nd. Edition). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Nolder, R. (1992). *Bringing teachers to the centre of the stage: A study of secondary school teachers' response to the curriculum change in mathematics* (Tese Ph. D. não publicada, Universidade de Londres).
- Ponte, J. P. e Santos, L. (1998). Práticas lectivas num contexto de reforma curricular. *Quadrante*, 7(1), 3-32.
- Porter, M. A. (1984). The modification of method in researching postgraduate education. Em R. G. Burgess (Ed.), *The research process in educational settings: Ten case studies* (pp. 139-161). Lewes, UK: Falmer.
- Porter, A., Floden, R., Freeman, D., Schmidt, W. e Schwille, J. (1988). Content determinant in elementary school mathematics. Em D. A. Grouws e T. J. Cooney (Eds.), *Effective mathematics teaching* (pp. 96-113). Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Schön, D. A. (1992). Formar professores como profissionais reflexivos. Em A. Nóvoa (Ed.), *Os professores e a sua formação* (pp. 77-91). Lisboa: Dom Quixote e IIE.
- Schön, D. A. (1988). Coaching reflective teaching. Em P. P. Grimmet e G. L. Erickson (Eds.). *Reflection in Teacher Education*. The University of British Columbia.
- Schön, D. A. (1987). *Educating the reflective practitioner*. Sao Francisco: Jossey-Bass.
- Schön, D. A. (1983). *The reflective practitioner: How professionals think in action*. Nova Iorque: Basic Books.

- Serrazina, M. L. M. (1998). *Teacher's professional development in a period of radical change in primary mathematics education in Portugal* (Tese de doutoramento, Universidade de Londres). Lisboa: APM.
- Serrazina, M. L. (1988). Algumas considerações sobre os currículos de Matemática nos ensinos pré-escolar e primário. *Aprender*, 6, 20-23.
- Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57, 1-21.
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14.
- Simon, M. (1993). Context for change: Themes related to mathematics education reform. Em T. Wood, P. Cobb, E. Yackel e D. Dillon (Eds.), *Rethinking elementary school mathematics: insights and issues* (pp.109-114). Journal for Research in Mathematics Education, Monograph n. 6, Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Thompson, A. (1992). Teachers's beliefs and conceptions: A synthesis of the research. Em D. A. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 127-146). Nova Iorque: Macmillan.
- van Manem, M. (1977). Linking ways of knowing with ways of being practical. *Curriculum Inquiry*, 6(3), 205-228.
- Wilson, S. M., Shulman, L. S. e Richert, A. E. (1987). 150 different ways' of knowing: Representations of knowledge in teaching. Em J. Calderhead (Ed.), *Exploring teachers' thinking* (pp. 104-124). Londres: Cassel Education.
- Wood, T.; Cobb, P. e Yackel, E. (1991). Change in teaching mathematics: A case study. *American Educational Research Journal*, 28(3), 587-616.
- Yackel, E., Cobb, P., Wood, T., Wheatley, G. e Merkel, G. (1990). A importância da interação social na construção do conhecimento matemático das crianças. *Educação e Matemática*, 18, 17-21.

Lurdes Serrazina, Grupo de Investigação DIF— Didáctica e Formação, Escola Superior de Educação de Lisboa, Rua Carolina Michaelis de Vasconcelos, 1500 Lisboa. Endereço electrónico: lurdess@mail.eselx.ipl.pt.

RESUMO. O aspecto central deste artigo é o estudo do conhecimento profissional de três professoras do 1º ciclo do ensino básico, em particular o seu conhecimento da Matemática e sobre a Matemática, a sua relação com as práticas lectivas e a sua evolução ao longo de um trabalho colaborativo desenvolvido entre a investigadora e as três professoras, com forte suporte na reflexão. O trabalho tem por base uma investigação prolongada no tempo e é desenvolvida no âmbito das abordagens propostas por um novo currículo para o 1º ciclo do ensino básico. A metodologia é qualitativa e interpretativa. A recolha de dados teve por base observação de aulas, entrevistas, notas de campo sobre sessões de trabalho conjunto e recolha de documentação escrita. A análise de dados foi sendo feita à medida que outros dados iam sendo recolhidos e o procedimento de análise foi semelhante ao método de comparação constante. Esta análise permite verificar que as professoras através da reflexão individual e de grupo e do trabalho desenvolvido

em sessões de trabalho conjuntas com a investigadora aumentaram o seu conhecimento da Matemática, nomeadamente a sua compreensão matemática, melhoraram a sua relação com a disciplina e a forma como eram capazes de conduzir actividades matemáticas com os alunos na sala de aula.

Palavras chave: Conhecimento profissional, conhecimento matemático, concepções, práticas, reflexões, trabalho colaborativo, compreensão matemática.

ABSTRACT. The main aspect of this article is the study of professional knowledge of three primary teachers, particularly their knowledge of mathematics and about mathematics, its relationship with classroom practice and its evolution during a collaborative work developed between the researcher and three teachers, with a strong support in reflection. The work was developed for an extended period and when teachers had to implement a new mathematics curriculum. The methodology is qualitative and interpretative. The data collection was based on classroom observations, interviews, fieldnotes and written documentation. Data analysis took place along with data collection and continued when all data was collected. The analytic procedure used was similar to the constant comparative method. The data suggested that through reflection, the work developed in group sessions, teachers and researcher, increased their mathematical knowledge, in particular their mathematics understanding, improved their relationship with mathematics and the way they could manage mathematical activities in classroom with pupils.

Key words: Professional Knowledge, conceptions, practice, reflection, collaborative work, mathematics understanding.

