

Desenvolvimento da comunicação matemática em professores do 1.º ciclo no contexto de um projecto de investigação colaborativa

Luís Menezes

Escola Superior de Educação de Viseu
CIE da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa

Introdução

Gradativamente, e em resultado de um reconhecimento mais alargado da sua importância na dinâmica das aulas de matemática, a comunicação tem vindo a despertar um maior interesse na comunidade de educadores matemáticos. É de aceitação generalizada que a comunicação é um processo fundamental da actividade matemática em que estão envolvidos professor e alunos, no decorrer da aula. Para além disso, é também claro que a comunicação, pela sua natureza, assume um estatuto de transversalidade face a outros processos matemáticos, como a resolução de problemas. Nessa medida, atribuir à comunicação um papel essencialmente instrumental no ensino e na aprendizagem da Matemática – como acontecia em grande parte dos estudos que focavam os produtos linguísticos das aulas – é, manifestamente, redutor. Pelo contrário, e tal como se defende no estudo que está na base deste texto – a comunicação é a essência do ensino e da aprendizagem da matemática escolar.

Este estudo, inspirando-se nestas perspectivas da comunicação matemática, desenvolve-se no quadro de um projecto de investigação colaborativa que contou com a participação de três professores do 1.º ciclo e de um professor do ensino superior, eu próprio. Ao longo dos quase dois anos de trabalho em colaboração, os professores envolveram-se em processos de reflexão e investigação das suas práticas comunicativas, desenvolvendo-se neste campo de forma significativa e consistente. O desenvolvimento profissional, para além das dimensões apontadas, manifestou-se de forma substantiva pelo aparecimento de padrões de interacção e de modos de comunicação bastante mais exigentes do que aqueles que antes do projecto eram prevaletentes nas suas práticas matemáticas na sala de aula.

Comunicação matemática

Estudo da comunicação matemática: Da linguagem ao discurso

A comunicação é um tema que tem atraído um número crescente de estudos que vêm sendo realizados no âmbito da Didática da Matemática (Cobb, 1995; Pimm, 1996; Sierpinska, 1998). Antes, especialmente nas décadas de 70 e 80 do século XX, grande parte dos estudos que focavam as trocas linguísticas que tinham como palco as aulas de Matemática visavam as questões da linguagem. O trabalho de revisão da literatura empreendido por Ellerton e Clarkson (1996), *Language factors in Mathematics teaching and learning*, dá conta deste interesse na linguagem enquanto instrumento linguístico, em detrimento da comunicação enquanto processo. O destaque que a comunicação matemática começou a ganhar em documentos produzidos por associações profissionais – por exemplo (NCTM, 1991, 1994) – conduziu ao surgimento de um conjunto de estudos que começaram a ter eco em publicações como o *Yearbook* (Elliott e Kenney, 1996), dedicado por inteiro à comunicação matemática, que integra um conjunto de 28 artigos que abordam questões como a ligação com a aprendizagem da Matemática, o discurso da aula, as competências comunicativas dos alunos ou o papel da discussão. Sierpinska (1998) assinala também a transferência da incidência nas questões relativas à linguagem para as que respeitam à comunicação: a “linguagem foi sempre um tema importante da Educação Matemática, mas agora a atenção transferiu-se do estudo dos textos para o estudo da linguagem em acção (...) o foco moveu-se da linguagem para o discurso” (Sierpinska, 1998, p. 30). Assim, o estudo da comunicação tem vindo a privilegiar a análise do uso da linguagem no contexto escolar, procurando-se conhecer o significado que professores e alunos atribuem à sua experiência.

A comunicação matemática segundo algumas teorias de aprendizagem

A natureza e o papel da comunicação na aula de Matemática são substancialmente diferentes consoante as teorias de aprendizagem que se adoptam como instrumento de análise. Sierpinska (1998) contrasta os diferentes papéis que a comunicação pode desempenhar em aulas de Matemática que adoptam uma orientação construtivista, sócio-histórica ou interaccionista. Para isso, lança mão de um leque de metáforas.

Para descrever uma aula de inspiração construtivista (em que Piaget é a principal referência), propõe a seguinte metáfora: *Os alunos falam, o professor ouve*. Esta aula adopta uma pedagogia centrada no aluno, assumindo o professor o papel de ouvinte atento e também de questionador, tentando, desse modo, clarificar o pensamento daquele. A aprendizagem é, assim, mudança individual de acordo com etapas de desenvolvimento, servindo a linguagem para a expressão do pensamento. Deste modo, Sierpinska (1998) acredita que “a comunicação é um problema, no sentido em que é difícil explicar como é que ela é possível” (p. 31). Em última análise, uma sala de aula poderia ser um ponto de encontro de um conjunto de mentes, que, através da linguagem, veiculam pensamentos individuais. A ideia de partilha de

pensamentos é recusada pelos construtivistas (Glaserfeld, 1996), preferindo o constructo de “compatibilidade no contexto das construções mentais” (p. 229). Sierpinska (1998) clarifica que se trata de compatibilidade entre a coordenação intra-individual das acções e a coordenação inter-individual.

Numa aula que tenha como substrato a orientação sócio-histórica, a comunicação matemática pode ser ilustrada pela seguinte metáfora: *Os professores falam, os alunos ouvem* (Sierpinska, 1998). Nesta perspectiva, inspirada em Vigotski, a aprendizagem é essencialmente enculturação em estruturas sociais preexistentes, sendo a linguagem o meio de transmissão cultural, de conhecimentos e valores às novas gerações. A linguagem é, assim e fundamentalmente, um instrumento de comunicação e esta é conceptualizada como um facto cultural.

O interaccionismo é uma terceira orientação teórica para a aprendizagem. Este coloca-se numa posição intermédia entre a perspectiva individualista, em que o foco da aprendizagem está no indivíduo e na construção do conhecimento face ao mundo experiencial, e a perspectiva colectivista, onde o foco está na interiorização do conhecimento cultural por um sujeito (Menezes, 2004). Para o interaccionismo, o significado desenvolve-se na e a partir da interacção e interpretação entre os membros de uma certa cultura (Godino e Llinares, 2000). Estes autores salientam aquilo que lhes parecem ser os princípios fundamentais desta abordagem aplicada à sala de aula: (i) a cultura da aula é constituída de forma interactiva pelo professor e pelos alunos; (ii) as convenções (conteúdo e organização da aula) emergem interactivamente; (iii) o processo de comunicação apoia-se na negociação e partilha de significados. Para caracterizar a perspectiva interaccionista relativamente à comunicação na aula de Matemática, Sierpinska (1998) apresenta uma terceira metáfora: *Professores e alunos em diálogo*. A perspectiva interaccionista sublinha, pois, tanto os processos individuais de atribuição de sentido como os processos sociais, já que se concebe o desenvolvimento da compreensão pessoal dos indivíduos através da sua participação na negociação das normas da aula (Bauersfeld, 1994; Bauersfeld, Krummheuer e Voigt, 1988).

Modos de comunicação e padrões de interacção

Analisar o processo comunicativo da aula de Matemática requer instrumentos conceptuais apropriados. Os modos de comunicação (Brendefur e Frykholm, 2000) e os padrões de interacção e comunicação (Cobb *et al.*, 1997; Voigt, 1985, 1994, 1995; Wood, 1994, 1995, 1998) constituem boas possibilidades de instrumentos para fazer essa análise. Os modos de comunicação representam concepções, ou seja, formas de organizar o ambiente da sala de aula, tendo em vista determinadas finalidades da Matemática, repercutindo-se no tipo de tarefas propostas e nos papéis desempenhados por professor e alunos na sua relação com o

discurso e a comunicação da aula. Brendefur e Frykholm (2000) propõem quatro modos de comunicação matemática: (i) *comunicação unidireccional*; (ii) *comunicação contributiva*; (iii) *comunicação reflexiva*; e (iv) *comunicação instrutiva*.

A primeira é associada ao ensino tradicional, dominando o professor o discurso da aula, apresentando os conceitos e explicando os modos de resolução dos exercícios. O papel dos alunos é ouvir o que o professor diz, para depois reproduzir. Este modo de comunicação aproxima-se do monologismo.

A *comunicação contributiva* pressupõe a participação dos alunos no discurso da aula, o que a distingue da modalidade anterior. Contudo, apesar da mudança quantitativa da intervenção, não existe uma alteração significativa da qualidade das interações, uma vez que a participação dos alunos se concretiza sob a forma de intervenções de baixo nível cognitivo.

A *comunicação reflexiva* pressupõe que aquilo que o professor e os alunos fazem na aula se torna “subsequentemente um objecto explícito de discussão” (Cobb *et al.*, 1997, p. 258). Como o conhecimento matemático se encontra no discurso, nas suas mais variadas formas, esse discurso passa ele próprio a ser objecto de reflexão. Este terceiro modo de comunicação representa um avanço em relação aos anteriores, uma vez que o exercício do papel de validação do saber matemático se descentraliza e democratiza na aula.

Brendefur e Frykholm (2000) apresentam um quarto modo – *comunicação instrutiva* –, de natureza diferente dos anteriores, uma vez que tem uma dimensão metacognitiva. A comunicação instrutiva “é aquela em que o curso da experiência da sala de aula é alterado como resultado da conversação” (Brendefur e Frykholm, 2000, p. 148).

Os padrões de interação são “regularidades que são interactivamente constituídas pelo professor e pelos alunos” (Voigt, 1995, p. 178). Para Godino e Llinares (2000), “quando os participantes constituem uma regularidade que um observador descreve como um padrão de interação, essa regularidade está estabilizando um processo frágil de negociação de significados” (p. 9). Na investigação em Educação Matemática encontram-se referências a diversos padrões de interação: padrão extractivo, padrão de discussão, padrão de funil, padrão de focalização e padrão de recitação (Bauersfeld, 1994; Godino e Llinares, 2000; Sierpinska, 1998; Voigt, 1985, 1995; Wood, 1994, 1995, 1998).

Estes padrões podem ser relacionados com a concepção que os intervenientes têm do processo: “as aulas de Matemática podem ser caracterizadas por padrões de interação e formas de comunicação que, para um observador, revelam as diferentes visões sobre o ensino e a aprendizagem da Matemática que são defendidos pelos participantes” (Wood, 1998).

Desenvolvimento profissional em contextos colaborativos

Colaboração profissional

A colaboração profissional tem vindo a ganhar incrementado relevo no âmbito da formação e do desenvolvimento profissional dos professores. A par deste conceito, têm surgido outros como a colegialidade e a cooperação. Estes conceitos, mais do que disparidades substantivas quanto à sua natureza, traduzem essencialmente diferenças de grau dentro do mesmo fenómeno, pelo que parece ser preferível falar de relações colaborativas de graus distintos.

Existe algum consenso em torno da ideia de que a colaboração é um processo que envolve pessoas que trabalham em conjunto tendo por base um interesse ou um objectivo comum, resultando daí dividendos para todos. A colaboração é, no seu âmago, um processo dinâmico que potencia as diferenças dos actores, valorizando as suas experiências e os seus conhecimentos. Ao contrário da chamada colegialidade artificial (Hargreaves, 1998), que tende a ser compulsiva e controlada administrativamente, a colaboração profissional tende a ser espontânea, partir da identificação de problemas que afectam um determinado grupo profissional, assumir um carácter voluntário, ser orientada para o desenvolvimento profissional dos participantes, ter um elevado grau de imprevisibilidade em relação ao seu desenrolar e ser difundida no tempo e no espaço.

Desenvolvimento profissional

O conceito de formação, traduzindo uma acção deliberada de uma instituição formadora, não é equivalente ao conceito de desenvolvimento profissional (Ponte, 1998). Este constitui-se como um processo que evolui ao longo do tempo, em múltiplos contextos e em que existe um significativo protagonismo por parte do professor. Ao invés, e regra geral, a formação de professores desenrola-se de forma muito estruturada, e tem na transmissão de conhecimentos uma finalidade importante.

O desenvolvimento dos professores manifesta-se no incremento de diversas competências profissionais, nomeadamente: o conhecimento didáctico, a reflexão, a autonomia pedagógica e a colaboração. Este desenvolvimento dos professores pode ser concretizado através de diferentes modalidades e dispositivos, como: o desenvolvimento autónomo (os professores aprendem por si mesmos), a reflexão/supervisão (existe apoio de um supervisor), o desenvolvimento curricular e organizacional (associando mudança pessoal e institucional), os cursos de formação (a modalidade mais popular, embora com resultados discutíveis) e a investigação (processo emergente e ainda insuficientemente compreendido). O desenvolvimento profissional de professores através da investigação passa, comumente, pela sua inserção em projectos colaborativos, envolvendo profissionais de diversos níveis de ensino, animados no reconhecimento, formulação, compreensão e resolução de problemas das suas próprias práticas.

Questão de estudo

No estudo no qual se enquadra este trabalho abordaram-se várias questões. Neste texto, por razões de oportunidade, discute-se uma só delas: Como se desenvolvem profissionalmente, ao nível das suas competências comunicativas, professores do 1.º ciclo que participam num projecto, de natureza colaborativa, de investigação sobre a sua prática?

Metodologia

Em virtude da natureza do objecto de estudo e da orientação epistemológica, adoptou-se uma metodologia da investigação que se funda no paradigma qualitativo de cunho interpretativo, sob a forma de estudos de caso. Ao longo de dois anos, os três professores do 1.º ciclo (Jorge, Matilde e Ana Miguel – os dois primeiros bastante jovens e a terceira com quase 30 anos de serviço) entraram num projecto colaborativo, reflectindo e investigando as suas práticas comunicativas de Matemática nas aulas do 1.º ciclo.

A recolha de dados baseou-se na observação de aulas e sessões do projecto, em entrevistas individuais aos professores, diários, notas de campo e diversos documentos escritos que foram sendo produzidos.

A análise de dados seguiu a recolha, permitindo durante o curso do projecto o levantamento de problemas e questões importantes para o progresso do estudo. Após a recolha de dados, a análise de conteúdo foi usada como principal elemento de análise.

Resultados do estudo

Antes do projecto, Jorge e Matilde praticam um ensino que assenta na *ideia de transmissão do conhecimento* da Matemática. As interacções na aula, durante a actividade matemática, têm a forma do *padrão de recitação*, segundo a tríade *I-R-A*: o professor toma a iniciativa de explicar a matéria e depois os alunos intervêm na aula respondendo a perguntas; depois disso, a resposta é avaliada pelo professor. Estas aulas decorrem, regra geral, da realização de tarefas rotineiras, sendo o modo de comunicação mais reiterado o de natureza *contributiva*, no qual os alunos entram no discurso com pequenas contribuições, que, não raras vezes, se limitam a uma simples palavra. No caso de Jorge, a comunicação chega mesmo a atingir o *modo unidireccional*, sendo a participação dos alunos no discurso quase inexistente, cingindo-se a ouvir o professor:

Por exemplo, o caso do perímetro do quadrado, se eu tivesse que o dar antes [do projecto], como eles já sabiam as medidas de comprimento, já conheciam a figura geométrica, havia uma determinada medida de lado e [pausa] eu dizia: “imaginemos que é um terreno ou o recinto da escola, se eu quisesse murar aqui o recinto da escola, como é que poderia fazer isto?” A partir daí, medindo este lado, “isto”, quando é que mede “aquilo”? Portanto, a preocupação era muito o cálculo. O papel dos alunos era ouvir o que eu estava a dizer, apenas. Eu, depois, exemplificava. Eles aprendiam ou não aprendiam aquela forma de calcular aquilo, que é quatro vezes o lado e depois, a partir daí, através de várias situações idênticas, eles mecanizavam aquela situação. (3.^a entrevista, Janeiro de 2003)

Desde cedo no projecto, os professores passaram a organizar as suas aulas por padrões de interacção e comunicação de natureza bem diferente dos anteriores. As interacções passam a seguir, maioritariamente o *padrão de discussão* e, em menor grau, os *padrões de focalização* e de *funil*. Todos estes padrões resultam do reforço da actividade de resolução de problemas, distinguindo-se na forma como o professor soluciona as dificuldades evidenciadas pelos alunos. No padrão de *focalização*, o professor tenta fazer com que os alunos ultrapassem as dificuldades, mas deixa-os depois continuar o seu trabalho de forma autónoma. Este padrão surge numa aula de Ana Miguel, com alunos do 4.^o ano, que procuram descobrir uma relação entre o número de faces, vértices e arestas de poliedros convexos. Um erro de contagem quase bloqueou os alunos. A intervenção da professora foi a estritamente necessária à ultrapassagem dessa dificuldade:

P – Então, aonde é que vocês estão?

Natasha – Já fizemos as contas...

P – E... [dá uma entoação que convida os alunos a continuarem, o que acontece].

Milton – Agora não sabemos qual é a comparação.

P – Então vejam lá, quando comparamos dois números o que é que pode acontecer?

Natasha – Que há diferença ou são iguais.

P – O que eu quero é que vocês comparem os números [pausa] vejam o enunciado [pausa] o que é que comparo?

Bárbara – O número de faces e vértices com as arestas.

P – Leiam outra vez o enunciado e comparem os números. São iguais? São diferentes? Como? De que maneira?

Aluna 2 – Já compreendo! [grande exclamação].

P – Vejam lá, como é que eu passo daqui para aqui, ou seja, como é que eu relaciono as duas colunas?

Aluna 2 – O número de faces com vértices é sempre maior que o número de arestas.

Milton – Pois é.

Natasha – É.

P – É, mas será que eu consigo saber quanto? Sou capaz de prever, ou seja, se souber este número (F+V) sou capaz de saber este (A)?

Natasha – Não.

P – Então? [aponta na ficha]

Alunos – 9 e aqui 6; aqui 14 e aqui 12

Aluna 2 – Já sei, é sempre diferença de dois, mas então aqui está mal [começam a corrigir, voltando a fazer a contagem no sólido.]

Alunos – Já descobrimos (aula de Ana Miguel, Maio de 2002)

Em algumas ocasiões, principalmente no caso de Jorge, face às dificuldades detectadas, o professor toma a decisão de acompanhar os alunos, a par e passo, até ao final da resolução do problema, com ajudas constantes (*padrão de funil*):

P – Eu acho que há aqui uma coisa que vocês não leram. [pausa] Vocês leram as frases que vêm a seguir? [pausa] Estas três frases, leram-nas?

[silêncio]

P – Então, vamos lá lê-las outra vez [pausa] com muita atenção. Daniel, lê lá esta primeira frase.

Daniel – “O Rui teve tantas opiniões a favor como contra”.

P – Ora, o Rui teve tantas opiniões a favor como contra [pausa] tantas opiniões, tantos votos a favor como contra. É ou não é?

Aluno 1 – É.

P – Quantos votos é que ele teve a favor, o Rui? Olha para lá, ó Miguel.

Miguel – 11.

P – 11 [dá uma entoação mais forte]. Então já podemos pôr aqui neste quadro, quantos votos teve o Rui. (...)

P – Vamos ver agora a Rita. A Rita foi a mais pretendida. Se foi a mais pretendida, foi aquela que teve mais quê?

Aluno 2 – Mais votos.

P – Ora, e quem é que teve mais votos? Foi o A, B, C ou D?

P – Então quantos votos teve a Rita?

Miguel – 45.

P – A Margarida teve um voto contra a mais do que a favor [pausa] teve mais um voto contra do que a favor.

Aluno 1 – 13.

P – Calma [pausa] quantos votos a favor é que ela teve?

Miguel – 12.

P – Ah [pausa] e o Bruno? [pausa] Então qual será o Bruno? [pausa] Será o A, B, C ou D?

Daniel – É o A. (aula de Jorge, Janeiro de 2003)

No *padrão de discussão*, o professor mantém-se mais à distância, acompanhando os alunos mas sem grandes interferências. A parte da apresentação das contribuições parcelares e a discussão são de grande vivacidade, tal como acontece nesta aula do 1.º ano, a propósito de um problema de pesos de balanças:

P – Então já vamos, vamos todos ver como fizeram e porquê. Por [pausa] vamos ver porquê.

Alunos [vários] – Sim.

P – Então vamos lá fazer a discussão do problema. Vamos voltar a lê-lo [pausa] ora, quem é que vai ler? [pausa] Pode ser, pode ser a Mariana.

(...)

[A aluna faz a leitura.]

P – Não houve dúvidas sobre o que se pede aí, pois não? Vocês já fizeram? Então quem é que me quer dizer como fez? [pausa] Pode ser a Inês.

Inês – A balança tinha que estar equilibrada [pausa].

P – Vamos lá recordar: o que é estar equilibrada? [pausa] Ana Isabel, queres ajudar?

Ana Isabel – É assim [pausa] por exemplo, estão dois tachos e [pausa] podem ser seis tijolos, no prato, estão seis tijolos, e no outro também estão seis tijolos. Está equilibrada.

Aluno 1 – Não é só isso.

P – Não?! Então?

Aluno 1 – A seta tem que estar no meio.

P – No meio e certinho. Na vertical.

Aluno 2 – E os pratos na horizontal.

P – Então vamos lá ver como é que isto se passa.

[Vários alunos levantam o braço.]

Frederica – Num prato tem 20 e o outro vazio [pausa].

P – E no prato da esquerda?

Frederica – 7, 10 e 12.

P – Então como é que vocês resolveram isso?

Frederica – Nós tínhamos 10 e 7 e fizemos 10 mais 7. Deu 17. Depois juntámos 12 e deu 29.

P – E depois?

Frederica – Tirámos o 0 e pusemos o 9.

P – Um zero?!

Frederica – Sim, se pomos um zero, fica 20, 20 mais 0.

P – Ah! O prato vazio!

Frederica – Sim, para ficar igual tiramos o zero e pomos lá 9, para dar 29, 20 mais 9.

P – Ah! [pausa] Concordam? [pausa] Bea, o vosso grupo também foi assim? (aula de Ana Miguel, Novembro de 2002)

Ao mesmo tempo que os professores evoluem nos padrões de interacção, o *modo de comunicação reflexiva*, em que os alunos são convidados a pronunciarem-se sobre o que os seus colegas apresentam, tornou-se predominante, como acontece numa aula do 3.º ano a propósito de uma tarefa relativa à paridade da soma de dois números:

Nuno – Só trocámos a ordem.

(...)

P – Então quais são as ideias principais, as conclusões que tiramos?

Carlos Manuel – Par mais par, par; ímpar mais ímpar, par e par com ímpar, ímpar.

P – Alguém tem mais alguma conclusão diferente das que estão quadro?

[vários alunos] – Não.

P – Dêem exemplos de cada uma das conclusões.

[Os alunos apresentam diversos exemplos que estavam no quadro e outros que tinham registado nos grupos.] (aula de Ana Miguel, Março de 2002)

Nesta sequência, a professora retoma uma intervenção inicial de uma aluna, que na altura tinha assumido a forma de conjectura, para a submeter ao escrutínio dos colegas, no sentido de ver se era compatível com as conclusões que tinham entretanto tirado:

P – Queria que vocês pegassem numa coisa que a Beta disse logo no início, antes de nós tirarmos as conclusões. A Beta tinha dito que *alguns dos números*

[no lançamento dos dados] *podiam ser pares e o resultado ser ímpar*. Isto que a Beta tinha dito está de acordo com as conclusões que tirámos?

João Carlos – No 4 mais 1, que dá 5.

P – Então a conclusão da Beta é diferente daquelas a que chegámos?

Lena – Não, é só outra maneira.

P – É isso mesmo, é a mesma conclusão, só que a exprimiu de maneira diferente (aula de Matilde, Março de 2002)

Assim, para além de perguntas que remetem para uma *dimensão descritiva* das experiências vividas pelos alunos (*o quê? como?*) são formuladas outras de natureza mais *interpretativa* (*porquê?*). A *comunicação reflexiva* surge assim ligada a tarefas de cariz problemático – nalguns casos, com algum cunho investigativo. O professor assume mais o papel de moderador da discussão, participando do discurso da aula para estimular os alunos a intervirem, reflectindo sobre as ideias dos outros.

Conclusões

A adopção de padrões de interacção e modos de comunicação mais exigentes, como o padrão de discussão e o modo de comunicação reflexiva, desde cedo no projecto, decorre de um conjunto de aspectos.

O primeiro é a *valorização do conhecimento e das práticas comunicativas dos professores*. O projecto não partiu de uma programação de formação rígida e não fez tábua rasa das competências profissionais dos professores. Pelo contrário, baseou-se no reconhecimento de que os professores detinham um saber relevante para o desenvolvimento do grupo.

O segundo aspecto em que assenta a mudança das práticas comunicativas é a *problematização de episódios de aulas*. Esta actividade do grupo criou condições para o surgimento de problemas, dificuldades, incompreensões e interesses da parte dos participantes. Nos professores mais jovens, as questões colocadas estão focadas, sobretudo, no seu desempenho na aula (*como devo fazer?*). No caso da professora mais experiente, as questões são relativas ao processo didáctico, em particular, a natureza das respostas dos alunos às tarefas matemáticas (*porque fez o aluno assim? a que se devem as dificuldades?*).

Um terceiro aspecto com influência nas práticas comunicativas, depois do reconhecimento de que havia situações insatisfatórias, foi a *intenção de mudar*. O sentimento de querer mudar foi importante no processo de desenvolvimento, ou seja, este foi um acto voluntário e intencional dos professores.

Encontrar no projecto um contexto favorável foi o quarto factor da mudança operada. Que aspectos do projecto de investigação colaborativa mais contribuíram para a criação destas condições propiciadoras à mudança dos professores? O destaque e o espaço concedidos ao

exercício da actividade reflexiva, a possibilidade de os professores investigarem as suas práticas e a colaboração profissional constituíram os elementos fundamentais desse contexto do projecto.

Para além de analisar os factores da mudança, importa tecer algumas considerações sobre o momento em que ocorrem. Os elementos fundamentais em que assenta a mudança das práticas comunicativas dos professores desde uma fase precoce do projecto são a *valorização da comunicação como processo fundamental da actividade matemática*, conjugada com a *valorização da resolução de problemas*. A comunicação constituiu a temática do projecto e, como tal, fazia parte, de forma explícita, da proposta inicial apresentada aos professores. A resolução de problemas ganhou importância no projecto como consequência da problematização que os professores fizeram das suas práticas, emergindo como uma fonte de dificuldades e de desafios.

Devido à transversalidade da comunicação no processo didáctico, uma transformação a este nível tem grande influência em quase todos os outros domínios da actividade instrutiva. Assim, a concordância dos professores com uma nova concepção de comunicação matemática tem implicações na aprendizagem da Matemática e consequências no seu lugar no currículo. A realização continuada de tarefas problemáticas nas aulas, leva-os a avançar para novos padrões e modos de comunicação de natureza mais interactiva.

Bibliografia

- Bauersfeld, H. (1988). Interaction, construction and knowledge: Alternative perspectives for mathematics education. In D. Grouws, T. Cooney e D. Jones (Eds.), *Perspectives on research on effective mathematics teaching* (pp. 27-46). Reston: NCTM e Lawrence Erlbaum.
- Bauersfeld, H. (1994). Theoretical perspectives on interaction in the mathematics classroom. In R. Biehler, R. Scholz, R. Sträßer e B. Winkelmann (Eds.), *Didactics of Mathematics as a scientific discipline* (pp. 133-146). Dordrecht: Kluwer Academic Pub.
- Bauersfeld, H., Krummheuer, G. e Voigt, J. (1988). Interactional theory of learning and teaching mathematics and related microethnographical studies. In H. Steiner e A. Vermandel (Eds.), *Foundations and methodology of the discipline mathematics Education (Didactics of Mathematics) - Proceedings of the 2nd TME - Conference* (pp. 174-168). Antwerp: University of Antwerp.
- Brendefur, J. e Frykholm, J. (2000). Promoting mathematical communication in the classroom: Two perspectives teachers' conceptions and practices. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 3, 125-153.
- Cobb, P. (1994). Where is the mind? Constructivist and sociocultural perspectives on mathematical development. *Educational Researcher*, 23(7), 13-20.
- Cobb, P. (1995). Cultural tools and mathematical learning: A case study. *Journal for Research in Mathematics Education*, 26, 362-385.

- Cobb, P. (1999). Individual and collective mathematical development: The case of statistical data analysis. *Mathematical Thinking and Learning*, 1, 5-44.
- Cobb, P. (2000). From representations to symbolizing: Introductory comments on semiotics and mathematical learning. In P. Cobb, E. Yackel e K. McClain (Eds.), *Symbolizing and communicating in mathematics classroom* (pp. 17-36). New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Pub.
- Cobb, P. e Bauersfeld, H. (1995). Introduction: The coordination of psychological and sociological perspectives in mathematics education. In P. Cobb e H. Bauersfeld (Eds.), *The emergence of mathematical meaning: Interaction in classroom cultures* (pp. 1-16). New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Pub.
- Ellerton, N. e Clarkson, P. (1996). Language factors in mathematics teaching and learning. In A. Bishop, K. Clements, C. Keitel, J. Kilpatrick e C. Laborde (Eds.), *International Handbook of Mathematics Education* (pp. 987-1033). Dordrecht: Kluwer.
- Elliott, P. e Kenney, M. (Eds.). (1996). *Yearbook: Communication in mathematics, K 12 and beyond*. Reston: NCTM.
- Godino, J. e Llinares, S. (2000). El interaccionismo simbólico en educación matemática. *Educación Matemática*, 12 (1), 70-92.
- Hargreaves, A. (1998). *Os professores em tempos de mudança: O trabalho e a cultura dos professores na idade pós-moderna*. Lisboa: McGraw-Hill.
- Menezes, L. (2004). *Investigar para ensinar Matemática : Contribuos de um projecto de investigação colaborativa para o desenvolvimento profissional de professores* (tese de doutoramento), Lisboa: APM:
- National Council of Teachers of Mathematics (1991). *Normas para o currículo e a avaliação em matemática escolar*. Lisboa: APM e IIE (Trabalho original publicado em 1989).
- National Council of Teachers of Mathematics (1994). *Normas profissionais para o ensino da matemática*. Lisboa: APM e IIE (Trabalho original publicado em 1991).
- Pimm, D. (1996). Diverse communications. In P. Elliott e M. Kenney (Eds.), *Communication in Mathematics: K-12 and beyond* (pp. 11-19). Reston: NCTM.
- Ponte, J. (1998). Da formação ao desenvolvimento profissional. In APM (Ed.), *Actas do ProfMat 98* (pp. 27-44). Lisboa: APM.
[http://www.educ.fc.ul.pt/docentes/jponte/artigos_pt.htm]
- Sierspínska, A. (1998). Three epistemologies, three views of classroom communication: Constructivism, sociocultural approaches, interactionism. In H. Steinbring, M. Bussi e A. Sierpínska (Eds.), *Language and communication in the mathematics classroom* (pp. 30-62). Reston: NCTM.
- Voigt, J. (1985). Patterns and routines in classroom interaction. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 6 (1), 69-118.
- Voigt, J. (1994). Negotiation of mathematical meaning and learning mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 26, 275-298.
- Voigt, J. (1995). Thematic patterns of interaction and sociomathematical norms. In P. Cobb e H. Bauersfeld (Eds.), *The emergence of mathematical meaning: Interaction in classroom cultures* (pp. 163-201). New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Pub.

- Voigt, J. (1996). Negotiation of mathematical meaning in classroom processes: Social interaction and learning mathematics. In L. Steffe, P. Nesher, P. Cobb, G. Goldin e B. Greer (Eds.), *Theories of mathematical learning* (pp. 21-50). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Ass. Pub.
- von Glasersfeld, E. (1996). *Construtivismo radical: Uma forma de conhecer e aprender*. Lisboa: Instituto Piaget.
- Wood, T. (1994). Patterns of interaction and the culture of mathematics classrooms. In S. Lerman (Ed.), *Culture perspectives on the mathematics classroom* (pp. 149-168). Dordrecht, NL: Kluwer Academic Pub.
- Wood, T. (1995). An emerging practice of teaching. In P. Cobb e H. Bauersfeld (Eds.), *The emergence of mathematical meaning: Interaction in classroom cultures* (pp. 203-227). New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Pub.
- Wood, T. (1998). Alternative patterns of communication in mathematics classes: Funneling or focusing. In H. Steinbring, M. Bussi e A. Sierpiska (Eds.), *Language and communication in the mathematics classroom* (pp. 167-178). Reston: NCTM.