A aprendizagem da Matemática no 1º ciclo através de atividades de investigação numa comunidade de aprendizagem

Maria Helena Gomes da Silva

Externato Fernão Mendes Pinto, Lisboa

Len4.silv4@gmail.com

Resumo

Este artigo baseia-se na investigação que incidiu no trabalho matemático realizado com os meus alunos durante o seu 4º ano de escolaridade no decorrer do ano letivo de 2011/2012. O estudo teve como objetivo compreender como é que os alunos vão desenvolvendo o conhecimento matemático através da articulação de investigações e tarefas exploratórias, feitas individualmente ou em pequenos grupos com a posterior comunicação e discussão dos resultados dessas investigações com toda a turma. A metodologia utilizada assenta no paradigma interpretativo numa abordagem qualitativa. A investigação incidiu nos aspetos decorrentes das ações dos participantes sendo os dados recolhidos diretamente dos momentos de trabalho com os alunos no qual eu assumi o papel de observadora participante. As observações foram registadas em notas de campo e através de registo de audiovisuais. A investigação revelou ser possível os alunos progredirem no currículo de Matemática através do seu envolvimento em investigações matemáticas e suas posteriores discussões na turma. Revelou também que desenvolvem conhecimento matemático através das investigações e que esse conhecimento é aperfeiçoado, retificado e partilhado nas discussões em coletivo (com toda a turma) sobre essas investigações.

Palavras-chave: comunicação; partilha; atividades de investigação; comunidade de aprendizagem

INTRODUÇÃO

Pela minha experiência enquanto professora considero que aprender matemática vai muito para além de memorizar um conjunto de procedimentos encadeados para resolver problemas tipificados ou exercícios estereotipados; ensinar matemática implica promover o desenvolvimento do conhecimento matemático nos alunos, educando o indivíduo para que tenha uma atitude crítica perante situações problemáticas e que consiga livremente estabelecer estratégias de resolução dessas situações; fazer matemática é conseguir reagir, acreditar ser capaz, procurar soluções para resolução dos problemas da maneira como a si lhe faz sentido; aprender matemática é conseguir explicar aos outros o seu raciocínio, as suas estratégias e defender as suas ideias bem como exigir dos outros as explicações necessárias para entender os seus raciocínios e estratégias de resolução.

Para que aconteça uma verdadeira apropriação do conhecimento matemático, é necessário que a escola se organize possibilitando aos alunos fazer Matemática de modo ativo, não se limitando à reprodução dos conhecimentos dos outros, mas sim produzindo os seus próprios conhecimentos. É importante também considerar a partilha desses conhecimentos pelos restantes elementos do grupo-turma, discutindo as estratégias e conclusões chegadas, exponenciando assim o conhecimento matemático no grupo alargado.

Neste estudo, investiguei o desenvolvimento dos conhecimentos matemáticos dos alunos e a forma como foram progredindo no currículo através de investigações e explorações feitas autonomamente (individualmente ou em pequenos grupos) com posterior comunicação ao grupo turma - partilha e discussão coletiva dos trabalhos executados. A pesquisa foi feita num ambiente de aprendizagem assente em perspetivas sócio-construtivistas, tal como é preconizado pelas práticas do Movimento da Escola Moderna. O enquadramento teórico do estudo integra quatro vetores que se vão interligar nesta dinâmica de trabalho: a perspetiva sociocultural, a atividade matemática, a comunicação matemática e as comunidades de aprendizagem.

ENQUADRAMENTO TEÓRICO

<u>Uma perspetiva sociocultural num ambiente de sala de aula</u> - Numa perspetiva vigotskiana, o desenvolvimento das funções psíquicas superiores acontece na interação social a que os indivíduos estão sujeitos (Moysés, 1997). Assim, uma nova função psicológica é interiorizada quando interage com as já existentes no plano interior do indivíduo, havendo uma passagem do seu plano externo para o seu plano interno através de alterações da sua estrutura e funções. Esta passagem do plano externo para o plano interno ocorre em interação social – num contínuo vaivém entre o outro e o eu.

A aprendizagem da Matemática implica construir relações matemáticas, negociar os significados matemáticos com os outros, e refletir sobre a sua própria atividade matemática (Reynolds & Wheatley, 1992). Assim, o indivíduo desenvolve duas ações que se complementam: uma sobre ele próprio, interagindo com os objetos matemáticos e as funções que já internalizou – conhecimento ativamente construído pelo aluno; e a outra em que interage com os outros, confrontando as suas funções internalizadas com as novas que surgem do exterior.

Sfard (1996) apoia-se nas teorias de Piaget e de Vygotsky que veem a aprendizagem como o desenvolvimento de conceitos que vão sendo acumulados gradualmente, redefinidos e combinados, formando estruturas cognitivas cada vez mais ricas. Assim, identifica e une duas metáforas – a metáfora da aquisição que vê a aprendizagem como a aquisição de bens conceptuais e a metáfora da participação que visa o aluno como pessoa interessada na participação. Deste modo, a aprendizagem é gerada através do processo de tornar-se membro de uma comunidade, sendo no caso da Matemática uma comunidade matematizada.

A atividade matemática / "fazer matemática" - Consideramos a atividade matemática no sentido da *learning activity* onde o aluno é um agente ativo da sua ação cognitiva e não apenas um executante das orientações do professor (Zuckerman, 2003). Os alunos definem os objetivos, procuram os meios e os métodos para os alcançar e envolvem-se no processo de controlo e de avaliação dos resultados que obtêm. Estas práticas educativas vão divergir daquelas que frequentemente entendem a atividade matemática como uma proposta pelo professor e incorporada numa lição. Quando os alunos constroem as aprendizagens através de verdadeira atividade matemática, vão desenvolvendo a capacidade de questionarem o que não compreendem e de pedirem as informações necessárias; a capacidade de criticarem as opiniões e procedimentos dos colegas não aceitando evidências não fundamentadas; e a aptidão para procurar provas e ver de diferentes pontos de vista (Zuckerman, 2003). Promove-se nos alunos uma atitude ativa, opondo-se à atitude passiva que habitualmente estão sujeitos. No construtivismo social, a aprendizagem da Matemática está associada à criação da mesma e tal como na atividade dos profissionais de matemática, é necessário haver concordância da comunidade matemática, para que o novo conhecimento seja considerado válido (Ernest, 1996; Zuckerman, 2003). A matemática reprodutiva, onde a ação é a aplicação de um procedimento anteriormente aprendido ou memorizado, opõe-se à matemática criativa e produtiva na qual a ação é essencialmente a procura de um caminho e o estabelecimento de estratégias que possam conduzir a uma descoberta (investigação) (Ernest, 1996). É necessário incentivar e criar oportunidades aos alunos para explorar, investigar, conjeturar, resolver, justificar, representar, formular, descobrir, construir, verificar, explicar, prever, desenvolver, descrever e utilizar. Estas ações contrastam com a atitude passiva a que os alunos costumam estar sujeitos: ouvir, copiar, memorizar e treinar (Walle, 2004).

A comunicação matemática em sala de aula - Ensinar é uma atividade integrada na qual *atividades, discurso, ambiente* e *análise* são áreas interligadas e interdependentes em que "as atividades tomam forma pelo discurso que as envolve e pelo ambiente no qual decorre o trabalho" (NCTM, 1994, p. 23). Através da comunicação, ligam-se as diferentes conceções que os alunos vão formando nas atividades que exercem, dentro de uma comunidade que se quer matematizada, assumindo uma dupla funcionalidade: por um lado estabelece a ligação entre o indivíduo e os restantes membros da mesma comunidade de aprendizagem; por outro lado, ajuda o indivíduo a refletir sobre a sua ação e a clarificar o próprio pensamento. (Alro & Skovsmose, 2006; Pimm, 1987).

São vários os autores que enfatizam a importância das interações entre alunos bem como o contributo destas interações para a aprendizagem da Matemática (Pimm, 1987; Yackel, 1995; Sherin, Mendez & Louis, 2000; Lampert & Cobb, 2003). Por outro lado, existem também vários estudos sobre o modo como o professor orienta e incentiva a construção progressiva de um discurso matemático, assente na partilha de significados (por exemplo, Silver & Smith, 1996; Yackel & Cobb, 1996).

Comunidades de aprendizagem - A realização de produtos culturais e a sua mostra e utilização, "emprestam dimensão ética à aprendizagem escolar." (Niza, 2012, p. 406). É na produção de tais obras e na sua coletivização que, segundo este autor, se vai criando uma comunidade gerando formas participadas e negociadas de pensar em equipa.

A aprendizagem como participação social pressupõe processos em que os indivíduos são participantes ativos numa comunidade. Para cada indivíduo, aprender será uma questão de envolvimento e contribuição para as práticas da comunidade; para a comunidade será uma questão de aperfeiçoamento das suas práticas e de garantir nova geração de membros. Neste sentido, aprender não está separado da atividade, não é algo que acontece enquanto o indivíduo não faz nada ou que termina quando faz outra coisa (Wenger, 2008). As teorias sobre a aprendizagem na prática "learning-in-practice" sugerem que aprender e compreender formam-se num contexto social e cultural. O que se aprende está diretamente relacionado com o processo de apropriação dessa aprendizagem (Lave, 1999). Deste modo, o conhecimento, pensamento e compreensão são gerados na ação, em situações cujas caraterísticas específicas fazem parte da prática em que se desenvolvem.

Niza (2012) refere o trabalho dos professores do Movimento da Escola Moderna, assente nas "atividades escolares como trabalho de conhecimento e de produção cultural onde, em cooperação, se constroem as aprendizagens curriculares e de cidadania" (p. 522). Surgem estruturas de organização que estimulam um ambiente de aprendizagem cooperativo para que os que aprendem se comportem "em consequência dessa estrutura de organização e o resultado será uma verdadeira comunidade de aprendizagem" (Niza, 2012, p. 601). O "ato de constante partilha do saber acrescenta o próprio saber e desenvolve-o em cada indivíduo, acrescentando o património cultural de um dado grupo." (Niza, 2012, p. 361). É com a permanente partilha de saberes que se constrói uma comunidade de aprendizagem em que cada sujeito desenvolve o seu conhecimento e reciprocamente ajuda a desenvolver o de toda a comunidade.

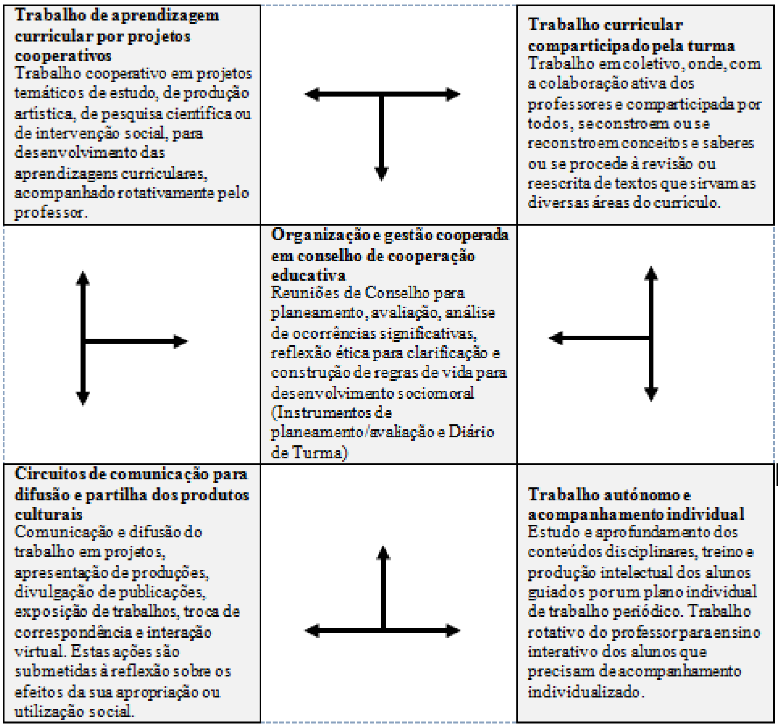
CONTEXTUALIZAÇÃO DAS PRÁTICAS

A investigação que serviu de base a este artigo teve uma forte incidência na dinâmica de trabalho da minha turma do 4º ano de escolaridade. Enquanto professora, apoio-me nas práticas do Movimento da Escola Moderna, o qual preconiza uma prática educativa baseada na comunicação e nas interações como potencial das aprendizagens escolares.

É na partilha dos produtos culturais que cresce uma sociedade. Como tal, também é promovendo as aprendizagens em interação comunicativa, na constante partilha entre os elementos da turma que se faz avançar o desenvolvimento psicológico e social dos educandos e consequentemente a cultura de todo o grupo (Niza, 1998).

O quadro seguinte mostra a estrutura que serve de base à organização do trabalho feito com os alunos.

Quadro 1: Estrutura da organização educativa do MEM



Deste modo, estimula-se a comunicação dos saberes, das investigações, dos estudos, das produções de cada um. Promove-se a produção de "obras" que possam servir de suporte comunicativo ou que torne possível uma maior divulgação cultural. Para tal, existem na agenda semanal, tempos destinados à produção (Projetos, TEA[1], Trabalho de Texto) e outros destinados às comunicações (Apresentação de Produções e Comunicação de Projetos).

Na turma em questão, comecei a utilizar também os momentos de Matemática coletiva para a comunicação das investigações feitas pelos alunos em TEA. Esta dinâmica surgiu no final do 3.º ano e emergiu da quantidade de trabalhos apresentados nas Apresentações de Produções. Por outro lado, a discussão sobre os temas apresentados tornou-se uma boa fonte de desenvolvimento dos conteúdos programáticos e merecedora de um maior tempo de debate.

1 TEA - Momento de trabalho onde os alunos desenvolvem atividades diversas de modo a superarem dificuldades, a reforçarem e aperfeiçoarem as aprendizagens já feitas ou ainda a estudarem e explorarem novas situações.

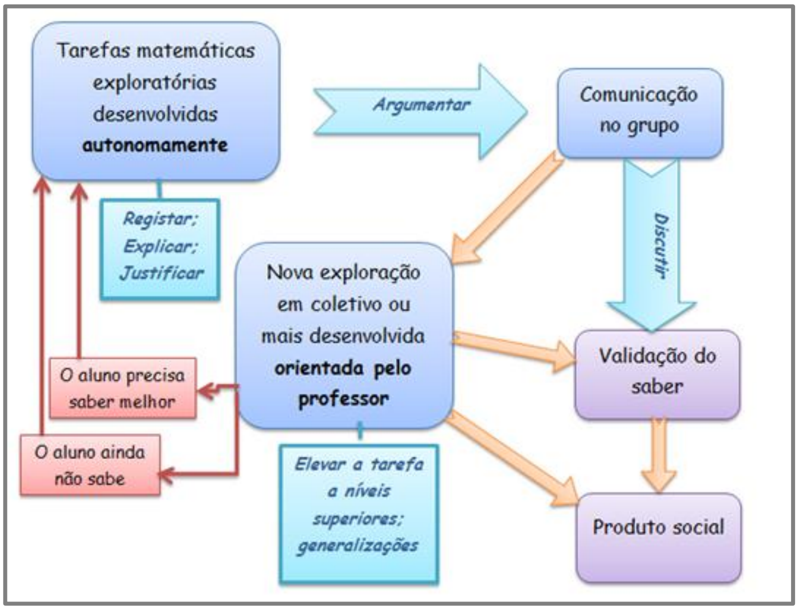
Quadro 2 - Agenda semanal

	2ª feira		3ª feira		4ª feira		5ª feira		6ª feira	
9h - 10h	Distribuir tarefas	30m	Apresentação Produções	30m	Apresentação Produções	30m	Projetos	60m	Apresentação Produções	30m
10h - 11h	• organização • Planificar PIT • HeteroAvaliação PIT • Marcar Apoios	90m	Projetos	90m	Trabalho de Texto II	90m	TEA	60m	Matemática	90m
Intervalo										
11:30h - 12:30	Matemática	60m	Trabalho de Texto I	60m	Proposta de escrita	60m	Conhecimento Explícito da Língua	60m	Estudo do Meio (Comunicação de projetos)	60m
Almoço										
14h - 15:45h	TEA	90m	TEA / EF	90m	TEA	90m	Ed. Musical	45m	Conselho	105m
							Matemática	60m		
	Leituras	20m	Leituras	20m	Leituras	20m			Agenda	15m
[illegible] - 16:15	*Balanço e tarefas*		*Balanço e tarefas*		*Balanço e tarefas*		*Balanço e tarefas*		*Balanço e tarefas*	

O trabalho feito com estes alunos ao longo dos três anos anteriores a esta investigação foi no sentido de favorecer a criação de uma comunidade de práticas de aprendizagem, na qual há a "obrigação" social da partilha dos conhecimentos bem como a cultura de produzir "obras" que possam ser validadas (criticadas, partilhadas, aperfeiçoadas) por toda a comunidade de sala de aula (ou até da escola). Foi também um dos objetivos primordiais, o de aproximar os trabalhos desenvolvidos pelos alunos aos produtos existentes na sociedade à qual pertencemos.

A gestão do currículo foi feita em cooperação com os alunos e segundo as investigações que estes faziam. Resumidamente, como está esquematizado no quadro 3, os alunos executavam as suas investigações durante os momentos de TEA (tarefas matemáticas exploratórias desenvolvidas autonomamente) e inscreviam-se para apresentarem ao grupo as suas descobertas. Nos momentos de Matemática constantes na agenda semanal, apresentavam-nas e discutia-se as conclusões a que tinham chegado (comunicação ao grupo), produzia-se um cartaz com as conclusões validadas pelo grupo (produto social), explorava-se mais o tema alargando a experiência a todo o grupo (nova exploração em coletivo ou mais desenvolvida – orientada pelo professor) e poderia voltar a ser trabalhado em TEA no caso de necessidade (tarefas matemáticas exploratórias desenvolvidas autonomamente).

Quadro 3 - Síntese da dinâmica de trabalho desta turma em Matemática



O ENVOLVIMENTO DOS ALUNOS NAS INVESTIGAÇÕES MATEMÁTICAS – CONTRIBUTOS PARA O DESENVOLVIMENTO DO CONHECIMENTO MATEMÁTICO

Os alunos foram-se envolvendo em investigações matemáticas segundo as suas motivações, curiosidades ou aceitando desafios que emergiam da discussão coletiva de outros temas. Não existiam guiões ou orientações estruturadas. Por vezes, houve alguma reflexão em coletivo ou com o professor sobre o modo como iniciar a investigação ou na formulação da questão a investigar. Estas investigações foram realizadas nos momentos de trabalho autónomo e foi relevante o envolvimento dos alunos na execução desses trabalhos. Destaco quatro fatores que, concorrendo para esse envolvimento, contribuíram também para o desenvolvimento do conhecimento matemático.

1. <u>A motivação dos alunos para as investigações</u> – Os alunos iniciavam as suas investigações movidos pela vontade de saber mais sobre os assuntos abordados em coletivo. Por exemplo, a investigação sobre o paralelogramo iniciou porque estavam curiosos sobre a questão que tinha sido levantada em coletivo – que figura era aquela?… (tratava-se do "paralelogramo obliquângulo"); que nome tinha e em que grupo se deveria incluir? Mais tarde surgiram novas questões que contribuíram para que a investigação avançasse – quiseram saber se haveria outras figuras que pudessem entrar no grupo dos paralelogramos.

Gonçalo	Sim. Depois descobrimos que esta figura é um paralelogramo. Agora estivemos a ver que outras figuras também podem ser esta... podem ser paralelogramos.

Figura 1: Construção do paralelogramo obliquângulo

Na investigação sobre o dm^3, fui eu que os desafiei para uma nova questão de investigação – Como construir um sólido que medisse metade de 1dm^3?

Na perspetiva da *learning activity*, os professores devem procuram desenvolver nos alunos motivos para aprender, os quais ocorrem da utilidade imediata: por interesse cognitivo dos alunos (como é exemplo a transcrição que se segue); pelo prazer de questionar o que ainda não conhecen ela simples satisfação de aperfeiçoamento (Zuckerman, 2003).

Miguel	Agora apetecia-me fazer mais, não sei porquê, mas...
Prof	Então..., formulem outras conjeturas, outras ideias e experimentem.
Gustavo	Já sei! Podíamos fazer metade deste! [refere-se ao paralelepípedo de 500cm^3.]

2. <u>Novas questões que emergem durante a investigação</u> - Durante o processo de investigação, os alunos levantaram novas conjeturas e colocaram novas questões que conduziram a novas investigações. Estas novas questões emergiram da necessidade de sustentar os novos conceitos e encadeá-los com outros já adquiridos. É nesta teia de conceitos que os alunos pareceram construir e refinar o seu conhecimento matemático. Nestes casos, verificou-se, tal como Ernest (1996) refere, que frequentemente de uma investigação inicial surgem novas questões conducentes a novas pesquisas e consequentemente a novas aprendizagens.

Quando verificavam hipóteses que constatavam não ser verdadeiras, levantavam novas conjeturas que voltavam a ser verificadas. No caso do dm^3, após terem construído o cubo com 5 *cm* de aresta verificaram, medindo com os cm^3 do material MAB, que esta figura não correspondia à metade de 1 dm^3. Então, lançaram-se à construção de um novo sólido. Por sua vez, na investigação dos paralelogramos, o par não limitou a sua investigação à questão inicial sobre o "paralelogramo obliquângulo" e dedicou-se a investigar que outras figuras poderiam incluir nos paralelogramos.

3. <u>Autonomia dos alunos na condução das investigações</u> - Os alunos apropriaram-se das investigações, tomando-as como suas. Não existiam guiões nem perguntas orientadoras do percurso que deveriam seguir. Foram eles que conduziram o processo investigativo, segundo as necessidades que surgiram, e orientaram o seu percurso através de novas questões, as quais contribuíram para sustentar o conceito em construção. A verdadeira investigação matemática surge de propostas abertas e cujos percursos de investigação são negociados por quem investiga fazendo crescer, nos alunos, o espírito de iniciativa e autonomia, a persistência e a criatividade (Martins et al., 2002).

[Contam e verificam que cabem 8 cubos de 5cm de aresta dentro do cubo de 10cm de aresta.]
Prof Então não é um quarto?…
Miguel É um oitavo.
Prof Como é que vocês construíram este?
Gustavo e Miguel Cinco em todos [5cm de aresta]
Prof Porquê?
Gustavo Porque como o outro era 10 [10cm de aresta] e nós estávamos a pensar fazer metade.
Prof Ah! Como metade de dez é cinco, então fizeram cinco de cada lado.
Gustavo Só que por acaso não era assim mas nós já tivemos a ideia [de como fazer metade].

Durante as investigações, verifiquei que os alunos iam conseguindo conjeturar, formular hipóteses, testá-las e alterar as suas conceções iniciais. Ao manipular e discutir as suas ideias com o par, foram construindo os conceitos inerentes às suas investigações. É neste envolvimento no trabalho, em que os alunos têm a possibilidade de levantar questões, formular hipóteses, exprimir ideias e negociar o significado das palavras, que vão clarificando o seu pensamento matemático, vão apreciando e desenvolvendo uma melhor compreensão conceptual da Matemática (Martins et al., 2002).

Depois de terminada a planificação do paralelepípedo, recortaram-na e uniram as faces de modo a construir uma caixa.

Figura 2: Paralelepípedo-caixa, construído pelo Gustavo para obter metade de 1dm³

Prof [Voltando a aproximar-se do par.] Então? Já conseguiram? E já provaram que é metade?
Gustavo Ainda não, mas temos uma ideia.
Miguel e Gustavo [Colocam os cubos de madeira (que já sabem que mede 125cm3 cada) dentro do paralelepípedo de cartolina e vão contando.] 125, 250, 375,…, 500! É metade!
Prof Isto é um trabalho excelente! É muito bom para mostrar aos colegas! Boa!

4. <u>Os avanços e recuos que ajudam a estruturar os conceitos</u> – No decorrer do processo de investigação os alunos apresentaram alguma oscilação na consistência das suas aquisições. Umas vezes indicavam ter adquirido determinados conhecimentos e mais tarde parecia terem-nos perdido de novo. Em certos momentos, fizeram grandes avanços apoiando-se em conhecimentos anteriores, e noutros momentos, demoraram a entender os seus enganos. Ao experimentarem, enquanto agiam sobre as situações, os alunos foram mostrando maior

facilidade em compreender os seus erros/enganos e em reformularem as suas conjeturas, conseguindo estruturar melhor os conceitos inerentes apoiados em anteriores conhecimentos. Algumas observações e conclusões que não faziam parte dos seus objetivos iniciais, surgiram das suas experiências e apoiaram a compreensão sobre o conceito que investigavam.

Quando as funções mentais estão em processo de consolidação, podem ocorrer regressões mesmo após os alunos já terem demonstrado a aquisição de uma determinada habilidade (Vygotsky; Lúria, referidos em Moysés, 1997). Estas regressões evidenciam que a formação do conceito se vai construindo "como um movimento do pensamento dentro da pirâmide de conceitos" sujeita a reformulações e novas análises "oscilando do particular para o geral e do geral para o particular" até ser compreendida e aceite – integrada como conhecimento. (Vygotsky, citado por Moysés, 1997, p. 36)

O CONTRIBUTO DA DISCUSSÃO COLETIVA PARA O DESENVOLVIMENTO DO CONHECIMENTO MATEMÁTICO

O papel do professor nessa discussão

O discurso do professor assume funções e caraterísticas específicas, consoante está a gerir um momento em grande grupo ou está a intervir com um grupo mais pequeno. Existem no entanto, algumas caraterísticas que estão patentes nas duas situações.

<u>Nas atividades investigativas</u> – Um dos aspetos que me pareceu mais significativo foi evitar dar respostas imediatas. Aproveitando a curiosidade dos alunos, quando me dirigiam alguma questão, devolvia-as em forma de questão de investigação, tentando motivá-los para se envolverem em investigações matemáticas. Frequentemente, as questões surgiam das sessões em coletivo emergindo da discussão da apresentação de alguma investigação. Optando por não lhes fornecer uma resposta imediata, direcionava e sugeria algumas formas de poderem investigar a questão levantada. Esta minha atitude desencadeou neles o verdadeiro interesse de investigar tornando-se numa motivação intrínseca, numa necessidade dos alunos. Durante a investigação, envolviam-se em atividades que permitiam explorar os temas que investigavam. Parte da desmotivação dos alunos para a aprendizagem advém da descontextualização em que os assuntos são abordados em sala de aula, revestindo-se de pouco sentido e tornando-se desinteressante (Zuckerman, 2003). Esta autora salienta a necessidade de criar nos alunos o interesse para se envolverem nas aprendizagens – terem vontade de aprender.

Outra caraterística que se realçou neste trabalho foi a de evitar transmitir conhecimentos no imediato. Em vez disso, sempre que surgiam situações em que emergia a necessidade de novos conhecimentos, aproveitei para incentivar os alunos a descobrirem por eles, a investigarem. Walle (2004) defende que, para que a Matemática faça sentido, "teachers must stop teaching by telling and start letting students make sense of the mathematics they are learning." (p. 14). As minhas intervenções possibilitaram desbloquear ou avançar as pesquisas, constituindo assim um suporte em que: por um lado, deixei os alunos seguirem o seu percurso investigativo; por outro lado, fui questionando as suas descobertas de modo a que estes pudessem avançar nas suas investigações. Fui dirigindo o discurso "colocando questões e propondo atividades que facilitem, promovam e desafiem o pensamento de cada aluno" (NCTM, 1994, p. 37). Por outro lado, ao fazer este tipo de questionamento, dei o modelo de reflexão sobre o próprio trabalho: a necessidade de questionar as conclusões a que chegavam. Assumi uma função de "…intermediário criativo no processo de construção do conhecimento" (Pedrosa, 2000, p. 149).

Prof Então fizeram este cubo porquê?
Gustavo Tentámos fazer metade, só que este não chega a ser metade.
Miguel É um quarto.
Prof Porquê? Vocês já mediram quantos [cm3] é que este leva?
Gustavo Esse é um quarto.
Prof Este é um quarto?
Miguel Deve ser.
Prof Deve ser, ou é mesmo?
Gustavo É um quarto, é.
Prof Vamos lá ver. Se este é um quarto, quantos é que aqui cabiam dentro?
Gustavo e Miguel Quatro!
Miguel Nós fizemos cinco em todos. [5cm em cada aresta] Cinco vezes cinco são vinte e cinco…
Prof Então?...
Miguel Então é o dobro disso que temos que fazer.

Nos momentos coletivos – O meu principal papel foi o de regulador da comunicação no grupo garantindo as regras de comunicação entre os diferentes membros, dando modelos de uma melhor comunicação matemática e transferindo progressivamente para o grupo a responsabilidade dessa regulação. É no ambiente de sala de aula que se estabelece a base de aprendizagem do aluno. Nesta envolvente circulam mensagens subentendidas do que se pretende na aprendizagem Matemática e o professor é o responsável pela criação desse ambiente (NCTM, 1994). Os alunos vão modelando as suas intervenções de modo análogo ao que observam no seu professor e no que percecionam que é aceitável por parte deste e do restante grupo. No decorrer das intervenções dos alunos, fui dando reforços positivos às suas intervenções, incentivando a melhores explicações das suas ideias e reforçando os comentários que achava conducentes a novas conclusões. Por outro lado, deixei que o percurso fosse conduzido segundo as necessidades de esclarecimentos e de suportes dos alunos, tendo o cuidado de não deixar dispersar do tema central de discussão.

As funções do discurso dos alunos

Também o discurso dos alunos sofre alterações quando estão a discutir um tema em coletivo e quando estão a trabalhar em pequeno grupo. Diferenciarei seguidamente as funções que os seus discursos assumiram em cada situação.

Nas atividades investigativas – Entre parceiros estabeleceram uma linguagem cujo objetivo foi o de se entenderem sobre o que estavam a falar. Desafiam-se para novas experiências, formulando novas hipóteses. Durante as investigações, os pares ponderam as afirmações dos colegas e reprovam ou corrigem as ideias que não lhes parecem corretas. Estão envolvidos na mesma atividade partilhando as mesmas experiências. Deste modo, vão regulando as conjeturas que emergem. Nesta investigação, constatei que ao partilharem os seus pensamentos e descobertas, vão debatendo, avaliando e clarificando as suas ideias e estratégias para 'convencerem' o seu par. É realçado em Greenes e Shulman (1996) a importância deste tipo de comunicação por parte dos alunos, nos trabalhos de exploração e investigação matemática. As explicações e clarificações de opinião são frequentes ao longo das investigações observadas. Por vezes, é o par que as pede, outras vezes, é o próprio que tece uma clarificação da sua ideia para que o colega possa entender a sua opinião. Quando ocorreu divergência de ideias, o diálogo manteve-se centrado no tema em discussão, respeitando-se mutuamente mas não deixando de se questionarem e de se confrontarem nas ideias.

Fátima Não, este aqui não é!
Gonçalo Mas porquê?
Fátima Porque não é!
Gonçalo Mas porquê? Explica lá.
Fátima Olha lá, achas que este losango é a mesma coisa que este?

Figura 3: Comparando o losango com o quadrado

Nos pares observados houve um equilíbrio de estatutos. Nenhum aceitou o que o outro disse sem entender e nenhum era considerado mais competente do que o outro. Durante as investigações não houve uma combinação antecipada do trabalho. Frequentemente um dos alunos avançava na sua ideia e quando estava a executar era intersetado pelo colega que o questionava sobre o que estava a ser feito. Nesses momentos, surgia uma explicação que podia ser logo aceite ou podia ser contestada.

Após algum tempo de trabalho…
Gustavo Sabes que eu tenho uma teoria [queria dizer estimativa] de quanto é que esse cubo leva? Leva 250. [refere-se às unidades de MAB]
Miguel Aaah!
Gustavo 250 mais 250 dá 500. 500 mais 500 é 1000.
Miguel Não! Não é 250.
Gustavo Dá 125, eu sei.
Gustavo 8 vezes 125 é mil. Mil a dividir por 4 dá 250. 250 a dividir por 2 é 125.

Figura 4: Miguel verificando quantos cm³ cabem dentro do cubo de 5 cm de aresta

Figura 5: Gustavo desenhando a planificação do paralelepípedo para obter metade de 1 dm³

Nos momentos coletivos – Durante as discussões sobre as investigações apresentadas pelos colegas, surgiram vários contributos que ajudaram a um melhor entendimento dos conceitos inerentes. As observações e constatações que efetuaram num determinado momento, ou as dúvidas que levantaram e que permitiram esclarecimentos, por parte dos colegas ou por mim, serviram de suporte à construção dos conceitos inerentes aos assuntos em questão. Entre eles, o discurso foi fluindo na tentativa de entenderem o que os colegas iam apresentando: umas vezes questionavam, outras ajudavam a melhorar o discurso. Frequentemente, aconteceu a formulação de novas hipóteses, o que conduzia o grupo a novas observações, e por vezes orientavam a discussão para alguma generalização. O modo de comunicação observado era encadeado e partilhado por diferentes elementos, contribuindo para o aprofundamento e evolução dos conceitos. Oliveira (1993) destaca a importância das interações entre os alunos, as quais vão provocar intervenções nos seus desenvolvimentos. Segundo a autora, Vygotsky defende que as crianças privilegiam as interações sociais para aceder às informações ao invés de um empenho estritamente individual. Para Pimm (1987), é na verbalização das ideias, é quando precisamos de as explicar aos outros, que reformulamos o nosso discurso e é nesse processo de reflexão que nos aproximamos do nosso próprio pensamento. Por vezes, surgiram dúvidas cujo esclarecimento provocou oscilações entre os assuntos que se interligavam, ajudando a suportar, a construir ou a consolidar melhor os conceitos que estavam intrínsecos. Moysés (1997) refere que, segundo Vygotsky, a formação de conceitos surge num movimento do pensamento entre os diferentes conceitos hierarquizados em pirâmide, numa constante oscilação do particular para o geral e do geral para o particular.

COMENTÁRIOS FINAIS

A crescente motivação e gosto que os alunos foram mostrando pelo trabalho de Matemática seria só por si um fator favorável a este tipo de dinâmica mas, ao analisar o modo como foram evoluindo nos seus argumentos e nas suas justificações e de como foram capazes de desenvolver as suas investigações, cada vez com maior autonomia, mostrou-me que é possível os alunos se apropriarem do currículo com base neste tipo de trabalho.

Nesta dinâmica de trabalho, foi frequente emergirem das sessões em coletivo, novos assuntos para pesquisar. Realço a pertinência de não ter antecipado as respostas e ter devolvido essas questões ao grupo pois as questões levantadas ou as hipóteses formuladas alimentaram o trabalho de investigação e traçaram o percurso curricular. Saliento ainda a importância do professor conhecer o programa curricular do Ensino Básico permitindo assim utilizar questões emergentes do diálogo dos alunos para a condução de temas que possam ir ao encontro do mesmo programa.

Em síntese, creio que esta dinâmica de trabalho mostrou-se vantajosa para a aprendizagem da Matemática trazendo benefícios tanto para a aquisição de conhecimento mais significativo como para o desenvolvimento de atitudes positivas face à Matemática.

Referências bibliográficas

Alro, H. & Skvsmose, O. (2006). *Diálogo e aprendizagem em educação matemática*. São Paulo: Autêntica.

Ernest, P. (1996). Investigações, Resolução de Problemas e Pedagogia. In P. Abrantes, P., L. Leal, & J. P. Ponte (Eds.), *Investigar para aprender Matemática: Textos seleccionados* (pp. 25-48). Lisboa: APM.

Greenes, C. & Schulman, L. (1996). Communication processes in mathematical explorations and investigations. In NCTM (Ed.), *Yearbook - Communication in mathematics, K-12 and beyond* (pp. 159-169). Reston: NCTM.

Lampert, M. & Cobb, P. (2003). Communication and language. In J. M. Kilpatrick (Ed.), *A research companion to Principles and Standars for School Mathematics* (pp. 237-249). Reston: NCTM.

Lave, J. (1999). The culture of acquisition and the practice of understanding. In J. W. Stigler, R. A. Shweder & G. Herdt (Eds.), *Cultural Psychology* (pp. 259–286). Cambridge: Cambridge University Press.

Martins, C., Maia, E., Menino, H., Rocha, I. & Pires, M. V. (2002). O trabalho investigativo nas aprendizagens iniciais da matemática. In J. P. Ponte, C. Costa, A. I. Rosendo, E. Maia, N. Figueiredo & A. F. Dionísio (Eds.), *Actividades de investigação na aprendizagem da matemática e na formação de professores* (pp. 59 – 82). Lisboa: Sociedade Portuguesa de Ciências da Educação.

Ministério da Educação (2007). Programa de Matemática do Ensino Básico. Lisboa: ME. DGIDC.

Moysés, L. (1997). *Aplicações de Vygotsky à educação matemática*. Campinas: Papirus Editora.

NCTM (1994). *Normas profissionais para o ensino da Matemática*. Lisboa: APM e IIE.

Niza, S. (1998). A organização social do trabalho de aprendizagem no 1º ciclo do ensino básico. *Revista Escola Moderna*.

Niza, S. (2012). A organização social do trabalho de aprendizagem no 1º ciclo do ensino básico. In A. Nóvoa, F. Marcelino & J. R. Ó (Orgs.), *Sérgio Niza: Escritos sobre educação* (pp. 353-379). Lisboa: Tinta da China.

Niza, S. (2012). A socialização dos produtos culturais da escola. In A. Nóvoa, F. Marcelino & J. R. Ó (Orgs.), *Sérgio Niza: Escritos sobre educação* (pp. 405-406). Lisboa: Tinta da China.

Niza, S. (2012). Contextos cooperativos e aprendizagem profissional. A formação no Movimento da Escola Moderna. In A. Nóvoa, F. Marcelino & J. R. Ó (Orgs.), *Sérgio Niza: Escritos sobre educação* (pp. 599-616). Lisboa: Tinta da China.

Niza, S. (2012). Todo o trabalho humano requer a idealização de um projeto. In A. Nóvoa, F. Marcelino & J. R. Ó (Orgs.), *Sérgio Niza: Escritos sobre educação* (pp. 520-522). Lisboa: Tinta da China.

Oliveira, M. K. (1993). *Vygotsky: Aprendizado e desenvolvimento um processo sócio-histórico.* S. Paulo: Ed. Scipione.

Pedrosa, M. H. (2000). A Comunicação na sala de aula: As perguntas como elementos estruturadores da interação didática. In C. Monteiro, F. Tavares, J. Almiro, J. Ponte & J. Mato (Orgs.), *Interacções na aula de Matemática* (pp.149-161). Porto: Sociedade Portuguesa de Ciências de Educação.

Pimm, D. (1987). *Speaking mathematically: Communication in mathematics classrooms*. New York: Routledge.

Reynolds, A. M., Wheatley, G. H. (1992). The elaboration of images in the process of mathematics making. In *Proceedings of the 16th International Group for Psycology of Mathematics Education Conference* (vol. 2, pp. 242-249). Durham, NH.

Sfard, A. (1996). On acquisition metaphor and participation methafor for mathematics learning. In C. Alsina, J. M. Alvarez, B. Hodgson, C. Laborde & A. Pérez (Eds.), *8th International Congress on Mathematics Education: Seleted Lectures* (pp. 397– 411). Sevilha: SAEM TAALES.

Sherin, M., Mendez, E. & Louis, D. (2000). Talking about math talk. In NCTM (Ed.), *Yearbook 2000: Learning mathematics for a new century* (pp. 188-196). Reston: NCTM.

Silver, E. A. & Smith, M. S. (1996). Building discourse communities in mathematics classrooms:. In NCTM (Ed.), *Yearbook 1996: Communication in Mathematics K-12 and beyond* (pp. 20-28). Reston: NCTM.

Walle, J. A. (2004). *Elementary and middle school mathematics*. Boston: Pearson Education.

Wenger, E. (2008). *Communities of practice, learning, meaning, and identity*. Cambridge: Cambridge University Press.

Yackel, E. (1995). Children's talk in inquiry mathematics classrooms. In P. Cobb & H. Bauersfeld (Eds.), *The Emergence of mathematical meaning: The interaction in classroom cultures* (pp. 131-162). Routledge: Lawrence Erlbaum Associates.

Yackel, E., & Cobb, P. (1996). Sociomathematical norms, argumentation, and autonomy in mathematics. *Journal for Research in Mathematics Education*, *27*(4), 458-477.

Zuckerman, G. (2003). The learning activity in the first years of schooling. In A. Kozulin, B. Gindis, V. Ageye & S. Miller (Eds.), *Vygotsky's educational theory in cultural context* (pp. 177-199). Cambridge: Cambridge University Press.