



Trilhos matemáticos e a criação de problemas

Ana **Barbosa**

Escola Superior de educação do Instituto Politécnico de Viana do Castelo,
Portugal

anabarbosa@ese.ipvc.pt

Isabel **Vale**

Escola Superior de educação do Instituto Politécnico de Viana do Castelo,
Portugal

isabel.vale@ese.ipvc.pt

Resumo

Este estudo, realizado com setenta futuros professores do ensino básico, pretendem compreender de que forma o contacto com uma matemática contextualizada no quotidiano permite o desenvolvimento de atitudes positivas face a esta disciplina e, simultaneamente, como pode potenciar o conhecimento matemático, bem como capacidades de resolução e formulação de problemas. O trabalho realizado pelos estudantes centrou-se na construção de um trilho matemático, através da formulação e resolução de tarefas baseadas em aspetos característicos da cidade de Viana do Castelo. Tendo em conta as características do estudo optou-se por uma metodologia de natureza qualitativa, seguindo um *design* exploratório. São apresentados alguns resultados decorrentes das produções dos alunos. Globalmente, pode-se afirmar que os futuros professores evidenciaram uma atitude mais positiva em relação à matemática, alargando a sua perspetiva acerca das conexões que se podem estabelecer entre a matemática e o quotidiano. Os alunos revelaram algumas dificuldades na fase de formulação das tarefas que incidiram principalmente em conseguir diversificar os tipos de tarefas bem como os temas matemáticos abordados, centrando-se na geometria.

Palavras chave: Trilhos matemáticos; Tarefas; Resolução e Formulação de problemas; Formação de professores.

Introdução

Há muitos estudantes que não gostam de matemática, ou não entendem o propósito de a estudar, provavelmente porque nunca tiveram a oportunidade de sentir a matemática e apreciá-la na sua plenitude, ou talvez porque não foram expostos a um

ensino adequado e significativo. Mesmo quando os estudantes são capazes de entender a matemática, frequentemente, e por várias razões, não conseguem estabelecer conexões entre os diversos temas abordados e/ou usar diferentes ferramentas para abordar o mesmo problema.

Como formadoras de professores temos notado alguma falta de cultura científica e curiosidade nos jovens, esta que é uma das características mais importantes no ensino da Matemática. Este cenário é comum em muitos outros contextos e relaciona-se diretamente com os fracos desempenhos dos alunos em matemática, que, por norma, se traduzem numa falta de motivação para aprender esta disciplina, tradicionalmente identificada como sendo difícil. No entanto, acreditamos que a matemática é acessível a todos e está presente em tudo o que nos rodeia e somente ações que mostram estas características da matemática poderão conduzir a uma grande consciencialização das pessoas em geral e dos estudantes em particular, e nos permitirão inverter a desmotivação e a imagem negativa da matemática.

Com este trabalho, pretende-se promover o contacto com uma matemática contextualizada, a partir de características do quotidiano, ao caminhar e analisar a cidade onde vivemos, conectando alguns dos seus detalhes com tarefas de exploração e investigação em matemática escolar. A principal finalidade é promover uma nova atitude em relação à matemática, através da observação e exploração do ambiente urbano, desenhando, em simultâneo, o currículo de matemática para o ensino básico. Por outro lado, é uma oportunidade dos alunos formularem problemas, o que implica tomar decisões sobre o que considerar e o que ignorar na situação em estudo, aplicando e mobilizando os conhecimentos matemáticos pessoais, perante uma situação, neste caso particular, realista.

O professor e as tarefas

Na aula de Matemática, a aprendizagem é fortemente dependente do professor e das tarefas que são propostas aos alunos (e.g. Doyle, 1988; Stein & Smith, 1998). Muitas das fragilidades que estes apresentam ao longo da sua aprendizagem, são devidas às conceções e atitudes dos professores, que influenciam as suas ações na sala de aula, mas também às manifestas lacunas no conhecimento matemático, assim como à falta de estratégias de ensino inovadoras e eficazes.

As tarefas que os professores selecionam para as suas aulas são um importante mediador entre o conhecimento e os alunos no processo de ensino e aprendizagem da matemática. Essas tarefas, para além de terem o papel supracitado, caracterizam e evidenciam o trabalho do professor (e.g. Stein & Smith, 1998). A orientação do questionamento e da discussão, bem como a reflexão sobre as ideias abordadas, influenciam a aprendizagem dos alunos, mas isto apenas sucede quando os professores têm um bom conhecimento do assunto que ensinam, como o ensinam e quando o ensinam. Assim, é importante que desenvolvam certas capacidades, com base num profundo conhecimento matemático e didático dos assuntos, permitindo-lhes construir, adaptar, e explorar boas tarefas matemáticas para a sala de aula. Por um lado, os professores devem propor tarefas que os ajudem a motivar os seus alunos a aprender e a desenvolver o seu conhecimento matemático, por outro lado devem ter também cuidados com as estratégias de ensino a que recorrem e com o modo como apresentam e exploram essas tarefas. É, neste sentido, fundamental que os professores possam tirar proveito de todo o potencial contido numa tarefa e, para isso, precisam de ter oportunidades para as explorar e resolvê-las da mesma forma que pensam explorá-las com os seus próprios alunos.

A perspetiva prescritiva sobre a resolução de problemas, reduzindo-a ao ensino de estratégias, tem-se revelado insuficiente. Torna-se necessário encontrar alternativas. Os

alunos devem ser envolvidos em processos de descoberta e invenção, refinamento de métodos e formas de representação, na dúvida e na crítica, na procura de maneiras diferentes para utilizar o conhecimento matemático, e ser persistentes durante a resolução de problemas. As tarefas propostas pelo professor devem permitir aos alunos definir as suas estratégias, discutir e promover a comunicação matemática, terminando com uma síntese das principais ideias aprendidas, e este é um trabalho que se pretende seja feito de forma colaborativa pelos alunos e o professor. Considera-se, deste modo, primordial para atingir esse objetivo optar por um ensino exploratório em que o professor promova condições para que os alunos descubram e construam o seu próprio conhecimento.

A construção de tarefas é necessária, principalmente quando os professores não dispõem de recursos matemáticos adequados, quando o currículo é alterado ou quando há necessidade de introduzir novos problemas ou novas abordagens à resolução de problemas. A compreensão total de como e porquê as tarefas matemáticas são usadas na formação de professores dá-nos uma perspetiva das qualidades que uma tarefa deve ter. No entanto, não nos proporciona automaticamente a capacidade de desenhar *tarefas ricas e desafiantes*. Isto requer um interface entre a teoria e a prática, entre o pretendido e o real, entre a tarefa e o aluno. O processo de conceção de tarefas matemáticas é recursivo e aplica-se à criação de novas tarefas, assim como à adaptação (ou aperfeiçoamento) de tarefas já existentes (Liljedahl & Sriraman, 2006). Sierpinska (2003) refere-se à conceção, análise e teste empírico de tarefas matemáticas, seja para fins investigativos ou de ensino, como uma das responsabilidades mais importantes da educação matemática.

Resolução e Formulação de problemas

Nas últimas décadas, a resolução de problemas tem desempenhado um papel importante um pouco por todo o mundo como um eixo organizador do currículo de matemática. Aprendizagem matemática dos alunos deve incluir mais do que as tarefas de rotina, deve ser enriquecido com tarefas desafiadoras, como a resolução de problemas. Isto é de grande importância, não só para os alunos, mas também para os professores, especialmente se essas tarefas levam a compreensão estrutural de conceitos matemáticos.

As tarefas centradas na resolução e/ou formulação de problemas podem ter grande potencial de aprendizagem, contribuindo para a aquisição de conhecimentos matemáticos mas também para o desenvolvimento de importantes capacidades. A formulação de problemas pode ser uma estratégia poderosa para desenvolver capacidades de resolução de problemas e de ter bons resolvidores de problemas, por outro lado, a formulação de problemas matemáticos é necessária para se ser um bom resolvidor de problemas. Ao aprender a resolver problemas e ao aprender através da resolução de problemas, os alunos têm inúmeras oportunidades para estabelecer conexões entre ideias matemáticas e desenvolver a sua compreensão conceptual.

O processo de criação de problemas tem sido definido de várias formas e com termos diferentes, mas, na essência, os autores referem-se quase sempre aos mesmos aspetos. Para além de criar são também usados termos como inventar, propor, formular. Silver (1997) considera que a formulação de problemas implica gerar novos problemas ou reformular um determinado problema. Stoyanova (1998) considera a formulação de problemas como o processo pelo qual, com base na experiência matemática, os alunos constroem interpretações pessoais de situações concretas e formulam-nos como problemas matemáticos significativos. Neste trabalho, consideraremos formulação de problemas matemáticos no sentido de Silver e Stoyanova. A atividade de formulação de problemas é para o aluno a problematização de situações, usando a sua própria linguagem, experiências e conhecimento. Esta atividade tem sido uma componente bastante negligenciada nas

aulas de matemática e, em particular, no estudo da resolução de problemas, mas é crucial na aprendizagem da matemática.

Stoyanova (1998) identificou três categorias de formulação de problemas que os alunos podem experienciar, que proporcionam oportunidades para se envolverem na atividade matemática e para gerar e resolver problemas matemáticos: (a) situações livres; (b) situações semi-estruturadas; e (c) situações estruturadas. Nas situações livres, os alunos formulam problemas sem qualquer restrição. Em situações semi-estruturadas, é pedido que os alunos formulem problemas semelhantes a outros já existentes ou que escrevam problemas com base em figuras e diagramas específicos. Nas situações estruturadas, os alunos apresentam problemas, reformulando outros já resolvidos ou alterando as condições ou as questões de uma determinada situação.

Brown e Walter (2005) propõem duas estratégias de formulação de problemas que os alunos podem usar. A primeira estratégia é *aceitando os dados*, quando os alunos partem de uma situação estática, que pode ser uma expressão, uma tabela, uma condição, uma imagem, um diagrama, uma frase, um cálculo ou simplesmente um conjunto de dados, a partir da qual formulam questões de modo a ter um problema, sem mudar a situação de partida. A segunda estratégia, *E se em vez de*, consiste em estender uma dada tarefa alterando o que é dado. A partir da informação contida num problema, identifica-se qual é a questão, o que é conhecido, o que é pedido e quais as limitações que a resposta ao problema envolve. Modificando um ou mais destes aspetos ou questões, podem gerar-se novas e mais questões.

Contextos onde os alunos têm a oportunidade de resolver problemas matemáticos, utilizando diversas estratégias, e formular os seus próprios problemas, permitem-lhes estar envolvidos, aumentar a sua motivação e incentivá-los a investigar, para tomar decisões, para procurar padrões e conexões, generalizar, comunicar e identificar alternativas. Para além disso, a formulação de problemas proporciona aos professores informações importantes sobre como os alunos compreendem e utilizam os conceitos e processos matemáticos, permitindo também identificar quais as suas atitudes em relação à matemática. Em particular, permite que os alunos reduzam os níveis de ansiedade sobre a sua aprendizagem da matemática, ao mesmo tempo que ajudam a promover um maior nível de criatividade (Brown & Walter, 2005).

Trilhos Matemáticos

De acordo com Kenderov, Rejali, Bartolini Bussi, Pandelieva, Richter, Maschietto, Kadijevich e Taylor (2009), a sala de aula é apenas uma das 'casas' onde a educação tem lugar. O processo de aquisição de informação e o desenvolvimento do conhecimento dos alunos ocorrem de muitas formas e em muitos lugares. O recurso ao meio envolvente como ambiente de sala de aula pode promover nos alunos atitudes positivas e uma motivação adicional para o estudo da matemática, permitindo-lhes perceber a aplicabilidade da matemática.

Um *trilho matemático* consiste numa “sequência de paragens ao longo de um percurso pré-planeado, no qual os alunos estudam matemática no ambiente que os rodeia” (Cross, 1997, p. 38) e oferece experiências concretas de aprendizagem para qualquer um dos conceitos matemáticos ensinados no currículo da matemática escolar. Reforça-se também que um trilho matemático evidencia um enorme potencial para despoletar experiências de aprendizagem em todas as idades. Este tipo de atividade, entre outras características, permite criar um espaço de reunião informal centrado na aprendizagem da matemática e, simultaneamente, abordar a resolução de problemas, estabelecer conexões, motivar a comunicação e a aplicação de outras capacidades num contexto significativo (Richardson, 2004). Há um grande leque de oportunidades na

utilização do meio envolvente na orquestração de experiências de aprendizagem, não só em matemática, mas também através da integração de conhecimentos de outras áreas curriculares e não curriculares.

Uma vez que ocorre fora da sala de aula, um trilho matemático cria uma atmosfera de aventura e exploração e, ao mesmo tempo, dá aos alunos a possibilidade de resolver e apresentar problemas. Ao aprender a resolver problemas e pela aprendizagem através da resolução de problemas, os alunos poderão mais facilmente articular ideias matemáticas e desenvolver uma compreensão conceptual, tendo também a oportunidade de desenvolver seu pensamento criativo. Os professores têm o principal papel na concretização destes objetivos, porque têm o poder de libertar o potencial criativo, inovador e crítico dos jovens estudantes. Se acreditamos que a aprendizagem da matemática é fortemente dependente do professor e que as tarefas de resolução e formulação de problemas suscitam aprendizagens significativas, é necessário, portanto, proporcionar aos futuros professores experiências diversas, para que desenvolvam suas capacidades neste âmbito.

A formação de professores deve promover uma nova visão sobre o conhecimento matemático e sobre o ensino, permitindo que os futuros professores experimentem as mesmas tarefas que se espera que utilizem com seus próprios alunos. Para superar alguns dos problemas referidos no início deste texto, foi desenvolvido um projeto chamado “Trilhos matemáticos” e que apresentamos nesta comunicação.

Metodologia

Tendo por base os objetivos deste trabalho adotamos uma metodologia qualitativa, com um design exploratório. Os participantes foram setenta alunos de um curso de formação de professores do ensino básico.

Durante as aulas da unidade curricular Didática da Matemática foram proporcionadas aos alunos várias experiências centradas na resolução e formulação de problemas e problematização (Silver, 1997), bem como noutros processos matemáticos, como a comunicação, o raciocínio e as conexões matemáticos (NCTM, 2000). Foi proposta a estes estudantes a realização de um trabalho, com a designação de “Trilho Matemático”, que consistiu na definição de um percurso numa artéria da cidade de Viana do Castelo, que integrasse várias tarefas, adequadas ao ensino básico, que tivessem por base elementos característicos da cidade (e.g. monumentos, janelas, jardins, mapas, azulejos, artesanato). Durante as aulas os alunos puderam partilhar as fotografias que recolheram, e que motivaram a formulação das tarefas, tendo sido objeto de discussão. Neste trabalho usaram maioritariamente a estratégia de formulação de problemas aceitando os dados (Brown & Walter, 2005), já que partiam de uma situação estática, que foi uma imagem, a partir da qual colocaram questões ou formularam problemas, sem mudar o que era apresentado. As tarefas foram, numa fase final, sequenciadas sob a forma de um trilho a ser concretizado com alunos do ensino básico. Como complemento, apresentaram ainda um relatório com a resolução de todas as propostas apresentadas.

Os dados foram recolhidos de uma forma holística, descritiva e interpretativa e incluem observações em sala de aula e, principalmente, o trabalho escrito realizado pelos alunos. Estas evidências foram recolhidas e analisadas conjuntamente pelas duas professoras da unidade curricular supracitada, de acordo com alguns critérios como: criatividade, diversidade e rigor do conteúdo matemático.

A nossa principal preocupação era se o trilho matemático desenhado permitia que

os futuros professores identificassem contextos reais e ricos que contribuíssem para que formulassem e resolvessem problemas, que pudessem ser usados com alunos do ensino básico. Ao mesmo tempo, era também importante perceber se eles evidenciavam motivação, face à matemática, ao realizar este tipo de trabalho fora da sala de aula.

Alguns resultados

Tendo já sido lecionadas algumas aulas da unidade curricular em que se integrou este trabalho, os alunos, organizados em grupos, começaram por selecionar uma das artérias da cidade. Autonomamente, recolheram registos fotográficos de elementos característicos de Viana do Castelo que consideraram ter potencial para realizar explorações de natureza matemática, como edifícios, janelas, jardins, azulejos, entre outros. Depois de um período de reflexão dentro de cada grupo, foram analisadas as primeiras propostas nas aulas de Didática da Matemática, de forma a perceber a adequação do percurso, a selecionar as fotografias com maior potencial de exploração e a refletir sobre possíveis tarefas que poderiam ser formuladas.

Passamos a apresentar alguns exemplos das tarefas criadas pelos alunos.

Exemplo 1

*Olha à tua volta e procura o sinal com o nome da rua em que te encontras.
Tira uma fotografia.*

1. *Se colocares as letras num saco, qual será a letra mais provável que podes tirar?*
2. *E a menos provável?*



Exemplo 2

*Consegues encontrar uma loja chamada
“Opipaua”?
Encontra tantas formas geométricas quantas
consigas no ferro forjado por cima da loja.*



Exemplo 3

*No Jardim Marginal podes encontrar muitas plantas e
canteiros.
Observa o canteiro apresentado na figura.
Como terá o jardineiro construído este
canteiro?
Explica todo o processo.*



Exemplo 4

Vai até à Praça da República. Lá, vais encontrar um chafariz.

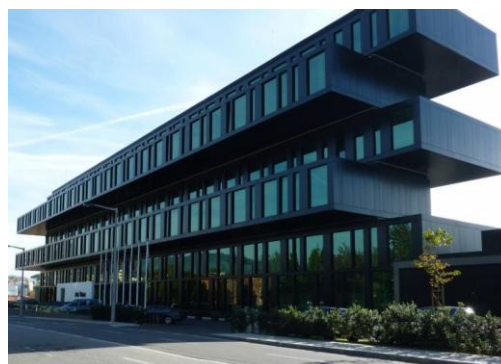
1. Sabendo que a menina que está na borda do chafariz mede 1,55m, faz uma estimativa da altura do chafariz.
2. Como poderia medir o perímetro do chafariz. Explica como pensaste.

**Exemplo 5**

Estás na Avenida Capitão Gaspar de Castro. Se te voltares de costas para a Escola Superior de Educação que edifício observas?

Neste hotel podes ver que o 1º andar está orientado para a esquerda, o 2º para a direita, o 3º para a esquerda e o 4º para a direita. Imagina que esta edifício tinha 20 andares, qual seria a orientação do 16º?

Consegues encontrar um padrão?



Na fase final do trabalho, já depois de selecionarem as fotografias e as tarefas formuladas, os futuros professores organizaram-nas sob a forma de um percurso, que designamos de trilho matemático, com o propósito de ser concretizado por alunos do ensino básico.

1ª Tarefa: A Descoberta da Rua Misteriosa

Olhando à tua volta ajuda a Magda a descobrir o nome da rua em que te encontras, para isso regista na tua folha o nome e tira uma fotografia ao local onde encontraste o nome.

1. Qual o nome da rua que vais explorar?

1.1 - A Magda, como já percebiste, é curiosa, mas precisa da tua ajuda para conseguir realizar algumas tarefas. Vamos então ajudá-la a analisar de diferentes formas o nome desta rua.

A Magda decidiu fazer recortes com todas as letras que constituem o nome da rua e colocou-os dentro de um saco:

1.1.1 Qual a letra que poderás retirar com mais frequência?

1.1.2 E quais serão as mais difíceis de encontrar?

1.1.3 Para cada uma das perguntas explica à Magda como pensaste.

2ª Tarefa: Proibição

A Magda pede agora que te situes entre a loja "Cristais e porcelanas David" e a "Cerâmica Silva". Observa o sinal de trânsito que se encontra no início da rua. Sabendo que este tem de diâmetro 60cm e o retângulo tem de comprimento 40cm e largura de 10cm. Calcula a área da parte vermelha indicando os cálculos que efetuaste.

3ª Tarefa: Varanda Simétrica

Localiza-te agora junto à loja "Kourus Sapataria" e observa atentamente a varanda acima desta. A Magda considera que este é um bom exemplo para explorar o conceito de simetria.

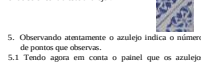
Ajuda a Magda a descobrir quantos e quais os eixos de simetria que existem. Marca-os na imagem.

**4ª Tarefa: Figuras Escondidas**

Consegues encontrar a loja "Optipass"? Concentrando-te no gradiente acima da mesma descobre e enumera as diferentes figuras geométricas que conseguies encontrar.

**5ª Tarefa: O Azulejo Perdido**

Observa atentamente a seguinte imagem e procura na rua onde se encontra este azulejo:



5. Observando atentamente o azulejo indica o número de pontos que observas.

5.1 Tendo agora em conta o painel que os azulejos compõem, quantos pontos são necessários para formar um quadrado. Mostra o teu raciocínio.

6ª Tarefa: O Ano Escondido

Junto ao edifício da porta número 187, a Magda descobriu um elemento que a ajudou a descobrir o ano de construção do edifício. Descreve-o, tira uma foto e indica qual o ano de construção.

7ª Tarefa: A Varanda Festiva

7. Acima da loja "Dina Retomaria" encontrarás o seguinte gradiente. Durante as festas da Senhora da Agonia, a Magda observou que os proprietários da varanda desta casa cobriram cada um dos retângulos formados pelas grades com faixas coloridas.



7.1 Sabendo que o gradiente é formado por faixas azuis, 2 são amarelas, 4 de vermelho e 1 de rosa. Indica a expressão que representa a decoração da varanda.

7.2 O proprietário decidiu pintar um painel alusivo à festa para por na varanda, para isso pediu ajuda à Magda e ao João. Sabendo que o painel tinha 2m de área e que ao fim de um dia o proprietário pintou "do painel, a Magda "e o João ".

7.2.1-O que significa a expressão $\frac{2}{3} \times 2 + \frac{1}{3} \times 2 + \frac{2}{3} \times 2$?

7.2.2-Resolve a expressão.

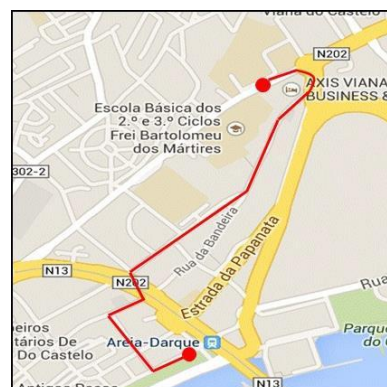


Figura 1. Trilho organizado por um grupo de alunos.

A apresentação do trilho ficou ao critério de cada grupo, tendo surgido estruturas bastante diferentes que variaram entre mapas, panfletos, até estruturas mais tradicionais similares a uma ficha de trabalho.

Discussão e Conclusões

Na nossa perspectiva este trabalho contribuiu para que os nossos futuros professores evidenciassem uma atitude mais positiva em relação à matemática e para que adquirissem uma visão mais ampla das possíveis conexões que podem ser estabelecidas entre a matemática e o mundo que nos rodeia. Os trilhos construídos constituíram uma forma de conhecer melhor a cidade, analisando-a através de um “olho matemático”, mas também para conhecer um pouco mais da sua história e arquitetura.

A concepção das tarefas não foi um processo fácil, a diferentes níveis, nomeadamente do ponto de vista dos conhecimentos matemáticos envolvidos, quer do grau de desafio, quer também da diversidade na tipologia das tarefas. Apesar de se ter referido que poderiam propor vários tipos de tarefas (e.g. exercícios, problemas, explorações, desafios), insistiram principalmente em problemas. Globalmente, os alunos, aquando da criação dos problemas, utilizaram conceitos matemáticos muito elementares e os mais óbvios, havendo uma predominância de conceitos relacionados com a geometria e medida, por comparação com outros temas matemáticos (e.g. número, probabilidades, estatística). Esta tendência para a geometria, na nossa opinião, deve-se ao facto de os elementos envolvidos serem mais de natureza visual. Salientamos ainda duas razões que fundamentam as dificuldades sentidas neste trabalho pelos alunos: formular problemas reveste-se de uma dificuldade de nível superior à resolução de problemas; por outro lado, a formulação de problemas ainda é uma atividade com pouca expressão ao longo da escolaridade dos alunos.

A fase de discussão conduzida na aula de Didática da Matemática, e que antecedeu a organização do trilho final, resultou numa melhor compreensão de alguns dos aspetos relacionados com a construção de uma tarefa, como: adequação aos alunos a quem se dirige; capacidades e conceitos matemáticos que permite desenvolver; potencialidades de exploração; utilização de uma linguagem clara.

Os alunos tornaram-se gradualmente mais conscientes e mais atentos à matemática que os rodeia no dia a dia, tendo servido este trabalho para que desenvolvessem a sua perceção matemática, tecendo comentários como “nunca olharei da mesma maneira para uma janela ou para o pavimento” ou até mesmo “gostaria de ter aprendido este tipo de matemática”. Globalmente pode-se dizer que estiveram sempre bastante envolvidos e dispostos a superar as dificuldades com que se depararam, percebendo as vantagens de um trabalho desta natureza na abordagem de uma matemática significativa e motivadora.

Referências bibliográficas

- Brown, S. & Walter, M. (2005). *The art of problem posing*. Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Cross, R. (1997). Developing Maths Trails. *Mathematics Teaching*, 158, 38–39.
- Doyle, W. (1988). Work in Mathematics Classes: The context of students’ thinking during instruction. *Educational Psychologist*, 23(2), 167-180.

- Kenderov, P., Rejali, A., Bartolini Bussi, M., Pandelieva, V., Richter, K., Maschietto, M., Kadijevich, D., & Taylor, P. (2009). Challenges Beyond the Classroom— Sources and Organizational Issues. In E. Barbeau, & P. Taylor (Eds.), *Challenging Mathematics In and Beyond the Classroom – New ICMI Study Series 12* (pp. 53-96). Springer.
- Liljedahl, P. & B. Sriraman, B. (2006). Musings on mathematical creativity. *For The Learning of Mathematics*, 26, 17-19.
- National Council of Teachers of Mathematics (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: NCTM.
- Richardson, K. (2004). Designing math trails for the elementary school. *Teaching Children Mathematics*, 11, 8-14.
- Sierpinska, A. (2003). *Research in mathematics education – through a keyhole*. Plenary Address CMESG 2003 Conference.
- Silver, E. (1997). Fostering creativity through instruction rich in mathematical problem solving and problem posing. *ZDM*, 3, 75-80.
- Stein, M. & Smith, M. (1998). Mathematical tasks as a framework for reflection: From research to practice. *Mathematics Teaching in the Middle School*, 3(4), 268-275.
- Stoyanova, E. (1998). Problem posing in mathematics classrooms. In A. McIntosh & N. Ellerton (Eds.), *Research in Mathematics Education: a contemporary perspective* (pp. 164-185). Edith Cowan University: MASTEC.