



## A criatividade na aula de matemática: revisitar a resolução de problemas

Isabel Vale

Escola Superior de Educação do Instituto Politécnico de Viana do Castelo  
Portugal

[isabel.vale@ese.ipvc.pt](mailto:isabel.vale@ese.ipvc.pt)

Ana Barbosa

Escola Superior de Educação do Instituto Politécnico de Viana do Castelo  
Portugal

[anabarbosa@ese.ipvc.pt](mailto:anabarbosa@ese.ipvc.pt)

### Resumo

A criatividade desempenha um papel importante nos dias de hoje em educação matemática, sendo uma característica dinâmica que os alunos podem desenvolver se os professores lhes proporcionarem oportunidades de aprendizagem adequadas, onde a formulação e resolução de problemas surge como um contexto privilegiado para a desenvolver. Este estudo, no âmbito da formação inicial de professores, procura compreender o desempenho dos futuros professores em tarefas de formulação e resolução de problemas que desenvolvam a criatividade e identificar que tarefas permitem atingir esse objetivo. Utilizamos uma abordagem qualitativa, tendo recolhido dados de forma holística, descritiva e interpretativa. Os resultados preliminares, baseados principalmente em produções escritas, sugerem que as tarefas utilizadas têm potencial para identificar nos futuros professores algumas características de criatividade.

*Palavras-chave:* Tarefas. Desafio. Criatividade. Resolução e Formulação de Problemas. Formação Inicial de Professores.

### Introdução

Nas últimas décadas, a resolução de problemas tem desempenhado um papel importante como eixo organizador do currículo de matemática um pouco por todo o mundo. No entanto, não teve o impacto esperado sobre as práticas dos professores e, conseqüentemente, na aprendizagem dos alunos. Esta aprendizagem da matemática pelos alunos deve, para além das tarefas rotineiras, ser enriquecida com outras tarefas de natureza desafiadora, como a resolução de problemas. A

investigação tem mostrado que a resolução e a formulação de problemas em matemática estão intimamente relacionadas com a criatividade. Um ensino da matemática que não proporcione momentos em que os alunos sejam criativos, nega-lhes qualquer oportunidade de desenvolver as suas capacidades em matemática, mas também de apreciar a beleza desta ciência. Com base nestas premissas, desenvolvemos um estudo exploratório, ainda em curso, com professores do ensino básico em formação inicial, durante uma experiência didática, baseada na resolução de tarefas desafiadoras como contributo para o desenvolvimento do pensamento criativo.

### **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 de ideias 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, incluindo as criativas, 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 para aprender e a desenvolver o pensamento criativo, por outro lado devem ser eles próprios criativos nas tarefas e estratégias de ensino que propõem e no modo como as propõem. É, por isso, 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, revelou-se insuficiente. Temos que encontrar outras alternativas. Precisamos de envolver os alunos 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. Essas tarefas devem permitir aos alunos definir estratégias, discutir e promover a comunicação matemática, terminando com uma síntese das principais ideias aprendidas, e este é um trabalho feito pelos alunos juntamente com o professor. Um ensino exploratório em que o professor promove condições para que os alunos descubram e construam o seu próprio conhecimento é fundamental para atingir esse objetivo.

Para Stein e Smith (1998), uma tarefa é um segmento da atividade da aula dedicado ao desenvolvimento de uma ideia matemática específica e a sua natureza afeta o tipo de aprendizagem produzido. Mason e Johnston-Wilder (2006) identificam como tarefa matemática aquilo que os alunos são convidados a fazer, que pode ser um cálculo, a manipulação de símbolos, a utilização de várias representações ou a resolução de um problema. Consideramos que uma tarefa é tudo o que o professor utiliza, no processo de ensino e aprendizagem da matemática, para ilustrar uma ideia, para envolver os alunos na resposta/resolução de uma

situação (e.g. exercícios, problemas, investigações, perguntas, definições, demonstrações, projetos, construções, jogos, relatórios) que promova a aprendizagem. Holton, Cheung, Kesianye, Losada, Leikin, Makrides, Meissner, Sheffield e Yeap (2009) defendem a importância do desafio na aula de matemática quando afirmam: "Os alunos podem tornar-se desmotivados e entediados muito facilmente numa sala de aula 'rotineira' a menos que sejam desafiados e ainda é comum limitar os nossos alunos mais brilhantes" (p. 208). Deste modo as situações desafiantes proporcionam uma oportunidade para pensar matematicamente. Esses desafios devem responder à situação em causa com flexibilidade e imaginação (e.g. Barbeau, 2009). A expressão *tarefa desafiante* é normalmente usada para descrever uma tarefa que é interessante e talvez agradável, mas nem sempre é fácil de lidar ou alcançar, e que deve envolver ativamente os alunos na construção de uma diversidade de ideias e estilos de aprendizagem. Um desafio apropriado é aquele para o qual o indivíduo possui os conhecimentos e habilidades matemáticas necessários, mas precisa de usá-los de uma forma não padronizada ou inovadora.

Temos dado uma atenção particular às tarefas em contextos visuais/figurativos e também às que envolvem a procura de padrões. A escolha por contextos figurativos deve-se à importância que têm em toda a atividade matemática, sendo uma componente de aprendizagem com muitas potencialidades e muitas vezes negligenciada na trajetória escolar dos alunos. Tal importância vem do facto de que a visualização não está apenas relacionada com a mera ilustração, mas por ser reconhecida como uma componente relevante do raciocínio - profundamente envolvida com o conceptual e não apenas com o perceptual - da resolução de problemas e da demonstração. É por vezes mais fácil perceber ou mesmo explicar um conceito criando uma imagem, já que é rapidamente compreendida e retida de forma mais prolongada, do que uma sequência de palavras. As características visuais de uma tarefa podem ajudar os alunos a ultrapassar algumas dificuldades com conceitos e procedimentos matemáticos, resolvendo com sucesso uma dada situação problemática. *Ver* é uma componente importante para explorar a generalização e esta capacidade só pode ser desenvolvida através de experiências que requerem esse tipo de pensamento (e.g. Barbosa, 2013; Rivera & Becker, 2005; Vale & Pimentel, 2011). Por outro lado, a opção por tarefas com padrões, justifica-se pelo facto da descoberta de padrões ser uma estratégia poderosa de resolução de problemas e que torna possível o desenvolvimento de ideias matemáticas centrais, como a generalização. Estas tarefas podem ser propostas em diversos contextos, visuais e não visuais, permitindo a utilização de diferentes abordagens e, dependendo do problema, os alunos podem evidenciar a sua fluência, flexibilidade e originalidade. A investigação tem mostrado que os contextos figurativos são mais intuitivos para a maior parte dos alunos e, em particular, para os dos níveis mais elementares e/ou com fragilidades no conhecimento matemático, em que o modo de ver o arranjo pode ajudar a estabelecer relações e conseqüentemente a produzir a generalização (Vale, 2013).

### **Criatividade e resolução de problemas**

Mann (2006), ao analisar a investigação centrada na definição de criatividade matemática, descobriu que não existe uma definição universalmente aceite, uma vez que existem inúmeras formas de a expressar. Em contexto educativo, os estudos realizados sobre a criatividade têm revelado preocupação com o reforço criativo na qualidade do ensino e aprendizagem abarcando todos os alunos (e.g. Presmeg, 1986). O termo criatividade é normalmente usado para referir a capacidade de produzir novas ideias, abordagens ou ações. A criatividade começa com curiosidade e envolve os alunos em tarefas de exploração e experimentação, nas quais podem

manifestar a sua imaginação e originalidade (e.g. Barbeau, 2009). É notória a existência de similaridades nas diversas tentativas de definir criatividade, nomeadamente: (1) envolve pensamento divergente; (2) tem principalmente três componentes/dimensões, que são a fluência, a flexibilidade e a originalidade; e (3) está relacionada com a resolução e formulação de problemas. Clarificando, *Fluência* é a capacidade de gerar um grande número de ideias e refere-se à continuidade dessas ideias, ao fluxo de associações e à utilização de conhecimentos básicos. *Flexibilidade* é a capacidade de produzir diferentes categorias ou perceções em que há uma variedade de ideias diferentes sobre o mesmo problema ou situação. *Originalidade* é a capacidade de criar ideias ou produtos novos, únicos, ou extremamente diferentes. (e.g. Presmeg, 1986; Silver, 1997; Vale, Pimentel, Cabrita, Barbosa & Fonseca, 2012).

Os resultados de algumas investigações mostram que a formulação de problemas e a resolução de problemas em matemática estão diretamente relacionadas com a criatividade (e.g. English, 1997; Silver, 1997). Tarefas que podem promover as dimensões acima referidas devem ser abertas, assumindo a forma de resolução de problemas, formulação de problemas, explorações matemáticas e investigações. Em vez de problemas fechados, com uma única solução, os alunos devem resolver problemas abertos, com uma grande diversidade de métodos alternativos de resolução (Mann, 2006). 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. Defendemos as tarefas com múltiplas soluções, uma vez que consideram diferentes soluções para o mesmo problema, utilizam diferentes representações e envolvem diferentes propriedades de um conceito matemático (Vale et al., 2012).

Como já se referiu, a criatividade tem fortes conexões com os problemas e o processo de criação de problemas tem sido definido de várias formas e com termos diferentes, mas, na essência, os autores referem-se aos mesmos aspetos. Outros termos são usados como inventar, criar, propor, formular. Silver (1997) considera que a formulação de problemas implica gerar (criar) 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. 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.

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 consiste em estender uma dada tarefa alterando o que é dado, usando a estratégia *E se em vez de*. A partir da informação contida num problema, identifica-se qual é o problema, 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, pode 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. Por exemplo, English (1997) afirmou que as tarefas de formulação de problemas que usou num dos seus estudos, ajudaram os alunos a ser criativos, divergentes e flexíveis no seu pensamento. Para além de que formular 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, a formulação de problemas geralmente 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).

### Metodologia

Neste estudo as tarefas propostas incorporam ideias da resolução de problemas (e.g. Polya, 1973; Silver, 1997) e da formulação de problemas (e.g. Brown & Walter, 2005; Silver, 1997; Stoyanova, 1998). Na categoria da resolução de problemas, as tarefas são maioritariamente problemas de processo ou problemas de natureza aberta, que permitem diferentes resoluções e/ou soluções, que dependem das capacidades e conhecimentos de cada aluno, requerem pensamento flexível e o resolvidor pode usar múltiplas estratégias e representações. Na categoria da formulação de problemas, consideramos situações semi-estruturadas nas quais é solicitado aos alunos que criem problemas (escrever um problema ou formular uma questão a partir de uma situação estática), usando a estratégia *aceitando os dados*. Todas as tarefas foram desenhadas ou seleccionadas com base na identificação de uma das dimensões da criatividade, e com a finalidade de serem desafiantes para os alunos. Sempre que possível, foram privilegiados contextos figurativos e problemas com padrões, pelas razões já evidenciadas no enquadramento teórico.

Um dos objetivos deste estudo era identificar tarefas que possibilitem o desenvolvimento da criatividade matemática através das produções escritas apresentadas pelos alunos às tarefas propostas. Optamos por uma abordagem qualitativa, com um design exploratório (Yin, 2012). Os dados foram recolhidos de uma forma holística, com um carácter descritivo e interpretativo, incluindo principalmente as resoluções escritas das tarefas, assim como observações em sala de aula. A experiência didática que fundamenta este trabalho foi desenvolvida com 20 alunos, futuros professores do ensino básico, durante as aulas de Didática da Matemática, onde se discutiu e trabalhou a criatividade em matemática durante cerca de dez horas. Esta experiência assumiu uma dinâmica exploratória durante as aulas em que: (a) a resolução de problemas era o contexto de trabalho; (b) os alunos analisavam e discutiam as tarefas propostas; e (c) a comunicação era privilegiada, particularmente, através do questionamento e da utilização de múltiplas representações. Para analisar o potencial das tarefas no desenvolvimento da criatividade dos alunos na formulação de problemas, foram usadas as mesmas dimensões associadas à resolução de problemas: fluência, flexibilidade, originalidade. Não se pretendia atribuir uma classificação a cada aluno no que refere a estas dimensões, mas antes efetuar uma análise global do trabalho apresentado, considerando-se a frequência das respostas mais comuns e mais originais (e.g. Conway, 1999; Silver, 1997; Vale et al., 2012). Em anexo encontram-se algumas tarefas.

### Resultados preliminares

Apresentam-se alguns dos resultados obtidos em algumas das tarefas utilizadas. Nesta fase do estudo podemos dizer que os resultados indicam que as contagens em contexto visual e as tarefas de padrão (as *Cerejas*, as *Cruzes* e os *Cubos*) foram as que deram origem a mais resoluções, dando aos alunos oportunidade de serem criativos. Esta situação parece estar relacionada com a natureza das tarefas em si, mas também com o trabalho prévio que foi feito com estes alunos no âmbito dos padrões. Por exemplo, a tarefa das *Cruzes*, que envolve um padrão de crescimento, pressupõe uma exploração que tem por base um trabalho prévio com contagens em contextos figurativos e que pode ser uma importante abordagem para desenvolver capacidades de *ver* (e.g. identificação, decomposição, rearranjo), que facilitam a generalização nesta tarefa, pois aborda processos semelhantes. Os alunos apresentaram muitas resoluções diferentes, tendo-se, por isso, identificado fluência na resolução da tarefa. De notar que este é um tema recente nas aprendizagens destes alunos onde se introduz o estudo de padrões como um modo de abordar desde cedo o pensamento algébrico. A Figura 1 mostra algumas das soluções mais comuns, apresentadas pelos alunos, e a Figura 2 apresenta as soluções mais originais.

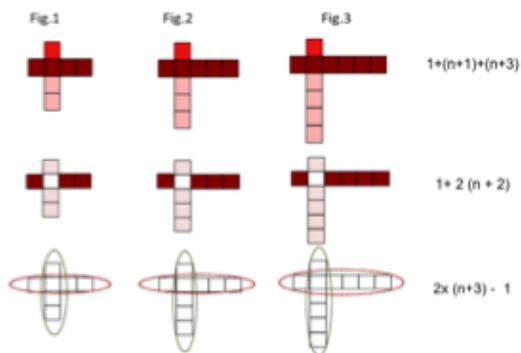


Figura 1. As soluções mais comuns na tarefa das *Cruzes*.

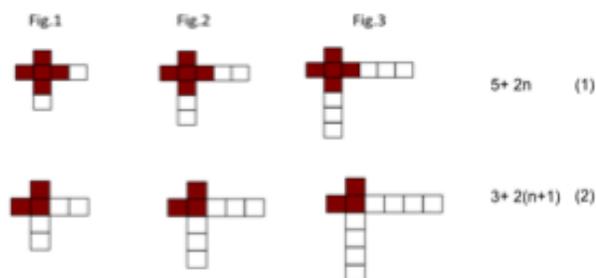


Figura 2. As soluções mais originais na tarefa das *Cruzes*.

Nas tarefas como os *Bilhetes*, o *Fio* e a *Expressão*, onde os alunos tiveram que formular um problema, concluiu-se que seguiram o caminho mais óbvio e elementar, e as propostas apresentadas não são muito diferentes das que os estudantes do ensino básico acabariam por apresentar. Todos mostraram pensamento convergente, porque construíram problemas muito semelhantes na estrutura, recorrendo ao uso de operações aritméticas básicas, sendo que as propostas eram quase todos do mesmo tipo, variando apenas em pequenos pormenores de contexto, o que se traduz na falta de flexibilidade de pensamento. As propostas mais comuns centraram-se em problemas de um passo ou em problemas de dois ou mais passos, no âmbito do tema Números e Operações. Este tipo de tarefa não constituiu qualquer dificuldade para os

alunos que mostraram fluência nas propostas apresentadas. Em particular na tarefa a *Expressão*, as propostas que os alunos apresentaram foram problemas com a mesma estrutura, variando apenas os contextos (e.g. bolos, animais, frutas, CDs, conchas, mesas, chocolates, flores). Na Figura 3 apresenta-se um desses exemplos.

A tia da Maria deu três euros a cada um dos seus três sobrinhos e quarto euros à Maria.  
Escreve uma expressão que traduza o total de dinheiro que a tia da Maria gastou.

Figura 3. Uma das propostas mais comuns na tarefa a *Expressão*

Contudo, apesar da tarefa não ser apresentada na forma de contexto visual, poderia eventualmente sugerir a formulação de um problema nesse âmbito. Um dos alunos evidenciou este raciocínio, sendo, por isso, considerada a produção mais original, tendo formulado um problema de contagens visuais, mobilizando o conhecimento previamente adquirido durante as aulas (Figura 4).

Escreve uma expressão numérica que te permita contar rapidamente as bolinhas



Figura 4. A proposta mais original na tarefa a *Expressão*

Em termos gerais, a maior parte dos alunos foi capaz de apresentar diferentes resoluções, evidenciando fluência. Um número reduzido de alunos revelou originalidade na forma como resolveram e formularam problemas. A flexibilidade foi a dimensão da criatividade com menos expressão nas suas produções, sobretudo nas tarefas de formulação de problemas. Cada tarefa não foi intencionalmente concebida para avaliar uma dimensão específica da criatividade matemática, embora em alguns casos, uma dessas dimensões possa ser mais relevante. Observou-se que a análise das dimensões da criatividade não é fácil de concretizar. Os alunos precisam de ser incentivados a procurar respostas incomuns e únicas, uma vez que esta componente é uma forma de obter soluções para problemas difíceis ou um caminho para soluções criativas.

### Discussão e Principais conclusões

Ao longo das últimas décadas, tem havido um incontável ciclo de currículos de matemática que balançam entre o foco na resolução de problemas e nas competências essenciais. E, apesar do grande número de estudos na área de resolução de problemas, esta ainda se revela uma tarefa complexa de implementar nas aulas de matemática. Acreditamos que ser criativo na aula de matemática é um tema emergente em debate e tem fortes ligações com a resolução de problemas, bem como com a formulação de problemas, e que pode contribuir para o sucesso na resolução de problemas e consequentemente em matemática. A formulação de problemas é uma parte da resolução de problemas. Polya (1973) afirmou que toda a atividade de resolução de problemas não está completa se não se der aos alunos a oportunidade de formular problemas. No entanto, esta tem sido uma componente praticamente sem visibilidade nas aulas de matemática. Estas duas capacidades devem ser desenvolvidas em paralelo, incentivando os alunos a criar os seus próprios problemas (Polya, 1973; Silver, 1997), com base em situações ou experiências específicas e, ao mesmo tempo, resolver problemas por meio de uma crescente variedade de estratégias. Ambas exigem pensamento divergente e as diferentes componentes da criatividade.

Muitos investigadores têm tentado definir criatividade, sem chegar a uma definição aceitável. No entanto, todas as definições de criatividade consideram a produção de algo novo. Assim, podemos dizer que o termo criatividade é normalmente usado para se referir à capacidade de produzir novas ideias, abordagens ou ações. Mas, mais do que encontrar uma definição, é importante para nós, como educadores detetar algumas características que podem ser ensinadas e úteis para os alunos. As produções dos futuros professores ao longo das tarefas propostas evidenciaram algumas características da criatividade (várias representações, várias maneiras de resolver, formular diferentes tipos de problemas), o que significa que as tarefas utilizadas têm algum potencial para desenvolver essas características nos estudantes. Os alunos mostraram motivação na procura de muitas e diferentes resoluções. As tarefas mais bem sucedidas foram aquelas relacionadas com padrões, como era expectável. As produções relacionadas com a formulação de problemas revelaram menos criatividade, tendo os alunos apresentado dificuldades em pensar de forma divergente.

A criatividade é um campo que ainda estamos a explorar, contudo esta experiência proporcionou a construção e identificação de algumas tarefas que, para além da exploração dos conceitos e processos matemáticos envolvidos, permitiu múltiplas resoluções por parte dos alunos. Um ponto forte neste trabalho foi a identificação de tarefas com potencial para desenvolver a criatividade dos alunos. De facto, embora a análise das componentes da criatividade, emergentes da realização das tarefas, não tivesse a intenção de categorizar os alunos, contribuiu para o refinamento das tarefas, juntamente com a mobilização de diferentes temas e processos matemáticos. Bons resolvedores de problemas matemáticos têm pensamento flexível e fluente. São também curiosos e reflexivos, procurando por padrões e conexões. Se, conjuntamente com estas características, tiverem originalidade, podemos afirmar que são criativos. Os programas de formação de professores devem ser repensados, discutindo de forma sistemática o modo como os professores podem desenvolver os seus conhecimentos matemáticos e didáticos no sentido de melhorar a criatividade dos seus alunos e conseqüentemente o seu desempenho em matemática.

### Referências

- Barbeau, E. (2009). Chapter 0 - Introduction. In Edward J. Barbeau, & Peter J. Taylor (Eds.), *Challenging Mathematics In and Beyond the Classroom – New ICMI Study Series 12* (pp. 1-10). New York: Springer.
- Barbosa, A. (2013). O contributo da visualização no desenvolvimento do raciocínio funcional. In A. Domingos, I. Vale, M. J. Saraiva, M. Rodrigues, M. C. Costa, & R. Ferreira. (Orgs.), *Investigação em Educação Matemática - Raciocínio Matemático* (pp. 51-80). Penhas da Saúde: SPIEM
- Brown, S., & Walter, M. (2005). *The art of problem posing*. Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Conway, K. (1999). Assessing open-ended problems. *Mathematics Teaching in the Middle School*, 4(8), 510-514.
- Doyle, W. (1988). Work in Mathematics Classes: The Context of Students' Thinking During Instruction. *Educational Psychologist*, 23(2), 167-180.
- English, L.D. (1997). The development of 5<sup>th</sup> grade students problem-posing abilities. *Educational Studies in Mathematics*, 34, 183-217.
- Holton, D., Cheung, K., Kesianye, S., Losada, M., Leikin, R., Makrides, G., Meissner, H., Sheffield, L., & Yeap, B. (2009). Teacher development and mathematical challenge. In E. J. Barbeau, & P. J. Taylor (Eds.), *Challenging Mathematics In and Beyond the Classroom. New ICMI Study Series 12* (pp. 205-242). New York: Springer.
- Mann, E. (2006). Creativity: The Essence of Mathematics. *Journal for the Education of the Gifted*, 30(2), 236-260.

- Mason, J., & Johnston-Wilder, S. (2006). *Designing and Using Mathematical Tasks*. St. Albans: Tarquin.
- Polya, G. (1973). *How to solve it*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Presmeg, N. (1986). Visualization and mathematical giftedness. *Educational in Mathematics*, 17(3), 297-311.
- Rivera, F. & Becker, J. (2005). Figural and Numerical Modes of Generalizing in Algebra. *Mathematics Teaching in the Middle School*, 11(4), 198-203.
- Silver, E. (1997). Fostering creativity through instruction rich in mathematical problem solving and problem posing. *International Reviews on Mathematical Education, Essence of Mathematics*, 29(3), 75–80. Retrieved March 10, 2003, from <http://www.fizkarlsruhe.de/fix/publications/zdm/adm97>
- 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
- Vale, I. (2013). Padrões em contextos figurativos: um caminho para a generalização em matemática. *REVEMAT*, 8(2), 64-81.
- Vale, I. & Pimentel, T. (2011). Mathematical challenging tasks in elementary grades, In M. Pytlak, T. Rowland, & E. Swoboda, *Proceedings of the Seventh Congress of the European Society for Research in Mathematics Education* (pp.1154-1164). Rzeszow: ERME.
- Vale, I., Pimentel, T., Cabrita, I., Barbosa, A. & Fonseca, L. (2012). Pattern problem solving tasks as a mean to foster creativity in mathematics. In T. Y. Tso(Ed.), *Proceedings of the 36 th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (Vol. 4, pp. 171-178). Taipei, Taiwan: PME.
- Yin, R. (2012). *Application of case study research*. Thousand Oaks, USA: Sage.

ANEXO

Resolução de problemas	Formulação de problemas
<p><b>As Cerejas</b></p> <p>Descubra diferentes modos de contar as cerejas. Escreva a expressão numérica que traduz cada um desses processos de contagem.</p> 	<p><b>Os Dois Quadrados</b></p> <p>Observe a figura onde dois dos lados dos quadrados têm o ponto médio em comum. Formule tantos problemas quanto consiga baseados na figura e resolva-os.</p> 
<p><b>Frações no Geoplano</b></p> <p>Descubra tanto modos quanto consiga de representar no geoplano 4x6 as seguintes frações: 1/3, 1/4, 1/6, 1/8, 1/12 e 1/24. Pinte de cores diferentes cada uma dessas partes.</p> 	<p><b>O Fio</b></p> <p>Temos um fio flexível com 36 cm de comprimento. Formule algumas questões baseadas na informação dada que lhe permita obter um problema.</p>
<p><b>Quadrados com Palitos</b></p> <p>Pode fazer quadrados usando palitos, de modo que se toquem apenas nas extremidades. Existem muitas possibilidades de dispor os palitos para obter cinco quadrados. Descubra o maior número possível de soluções e desenhe-as.</p> 	<p><b>As Joanelhas</b></p> <p>Crie problemas ou formule questões com base na figura.</p> 
<p><b>As Cruzes</b></p> <p>Observe a sequência de crescimento:</p>  <ol style="list-style-type: none"> <li>Desenhe a figura seguinte.</li> <li>Descubra diferentes expressões que traduzam diferentes modos de ver a formação das cruzes que permitam calcular a área de cada cruz.</li> <li>Imagine que as cruzes apresentadas são a 3ª, 4ª e 5ª figuras de uma sequência de crescimento. Desenhe a 1ª e a 2ª figuras dessa sequência.</li> </ol>	<p><b>Os Bilhetes</b></p> <p>O Rui e o seu pai foram ao cinema ver o filme "Os Incríveis". Na imagem, estão os bilhetes de cinema do Rui e do seu pai. Formule problemas com base na situação apresentada.</p> 
<p><b>Papagaio no Quadrado</b></p> <p>No quadrado [ABCD] M é o ponto médio do lado [AB]. Traçando as diagonais do quadrado e os segmentos [DM] e [CM] obtém-se o quadrilátero sombreado. Que fração da área total representa a área sombreada?</p> 	<p><b>A Expressão</b></p> <p>Imagine que é professor e tenciona propor aos seus alunos um problema que pode ser traduzido pela expressão numérica: <math>3 \times 5 + 2</math>. Invente um problema que se adequa a esta expressão.</p>