Tarefas matemáticas como quadro para a reflexão

Da investigação à prática[1]

Mary Kay Stein
Margaret Schan Smith

A **Educação e Matemática** seleccionou para este número temático um artigo publicado em 1998 por duas investigadoras americanas especialistas em desenvolvimento curricular, Mary Kay Stein e Margaret Smith. Apesar do artigo ter já uma década, julgamos que a sua divulgação é pertinente no actual contexto português, pois centra-se no trabalho desenvolvido por professores de Matemática do ensino básico no âmbito do projecto QUASAR, com o objectivo de estimular e estudar o desenvolvimento e a implementação de novos programas de Matemática.

O artigo dá testemunho de trabalho colaborativo entre professores com vista à melhoria das aprendizagens matemáticas dos alunos através da discussão sobre as tarefas para a sala de aula, propondo um quadro para a acção e reflexão. O artigo foi originalmente publicado na revista **Mathematics Teaching in the Middle School**, 3(4), 268–275, do NCTM, da qual a **Educação e Matemática** obteve autorização para a publicação desta tradução.

De acordo com as *Normas Profissionais para o Ensino da Matemática* (NCTM, 1991) um factor primordial no desenvolvimento profissional dos professores é a medida em que eles «reflectem sobre a aprendizagem e o ensino, quer individualmente, quer com colegas» (p. 175). Reflectir sobre as suas experiências de sala de aula é uma forma dos professores estarem atentos ao modo como ensinam (Hart *et al.*, 1992) e como os seus alunos progridem dentro do ambiente de aprendizagem que lhes foi proporcionado. Embora todos os professores pensem informalmente acerca das suas experiências de sala de aula, cultivar hábitos de reflexão ponderada e sistemática pode ser a chave, tanto para melhorar o seu ensino, como para sustentar o seu desenvolvimento profissional ao longo da vida.

Um dos aspectos mais difíceis da reflexão é decidir sobre o que se centrar (Hart *et al.*, 1992). Nos nossos cinco anos de experiência com professores de uma escola dos 2.° e 3.° ciclos do ensino básico[2] do Projecto QUASAR (ver Silver e Stein, 1996), vimos como centrar-se nas tarefas matemáticas e nas suas fases de utilização na sala de aula pode ajudar os professores no processo de reflexão. O QUASAR é um projecto nacional de reforma que visa estimular e estudar o desenvolvimento e implementação de novos programas de ensino da Matemática em seis escolas urbanas do 2.° e 3.° ciclos. Está situado no Centro de Investigação da Universidade de Pittsburgh e é dirigido por Edward A. Silver. Neste artigo descrevemos um quadro para reflexão baseado nas tarefas matemáticas usadas na sala de aula e as formas pelas quais elas têm sido utilizadas pelos professores. Neste contexto, uma tarefa é definida como um segmento da actividade da sala de aula dedicada ao desenvolvimento de uma ideia matemática particular. A tarefa pode envolver vários problemas relacionados ou um trabalho prolongado sobre um único problema complexo, tomando no máximo o período de uma aula. Definidas desta maneira, muitas tarefas são de 20 ou 30 minutos.

Centrar-se em tarefas matemáticas

O nosso foco nas tarefas matemáticas baseia-se na ideia que as tarefas usadas na sala de aula constituem a base para a aprendizagem dos alunos (Doyle, 1988). Tarefas que pedem aos alunos a execução de um procedimento memorizado, de maneira rotineira, representam um certo tipo de oportunidade para os alunos pensarem; tarefas que exigem que os alunos pensem conceptualmente e que os estimulem a fazer conexões representam um tipo diferente de oportunidade para os alunos pensarem. O efeito cumulativo, dia após dia, de exploração, na sala de aula, de diferentes tipos de tarefas, conduz ao desenvolvimento de ideias implícitas nos alunos sobre a natureza da Matemática — sobre se a Matemática é algo de que eles podem pessoalmente compreender o sentido e quão longa e arduamente devem trabalhar para o conseguir.

O exemplo mostrado na Figura 1 ilustra quatro maneiras diferentes de abordar a tarefa de determinar a relação entre a representação de um mesmo número na forma de fracção, na forma decimal e na forma de percentagem; cada uma delas estabelece um tipo diferente de exigência cognitiva aos alunos. Como se mostra no lado esquerdo da figura, a abordagem de nível reduzido à tarefa consiste na memorização de formas equivalentes de quantidades fraccionárias específicas, por exemplo, $\frac{1}{2} = 0{,}5 = 50\%$, ou, na ausência de um contexto ou significado adicional, efectuar conversões de fracções em percentagens ou números decimais através dos algoritmos usuais, por exemplo, convertendo a fracção 3/8 no número decimal 0,375 dividindo o numerador pelo denominador ou

Exigências de nível reduzido

Memorização

Qual é o número decimal e a percentagem equivalentes a ½ e ¼?

Resposta esperada dos alunos:

½ = 0,5 = 50%
¼ = 0,25 = 25%

Procedimentos sem conexões

Representa 3/8 na forma decimal e na forma de percentagem.

Resposta esperada dos alunos:

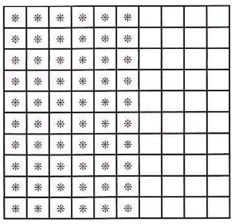
Fracção	Decimal	Percentagem
3/8	3,000 | 8 = 0,375 60 0,375 40 0	0,375 = 37,5%

Exigências de nível elevado

Procedimentos com conexões

Usando uma grelha de 10 x 10, identifica o número decimal e a percentagem equivalente de 3/5.

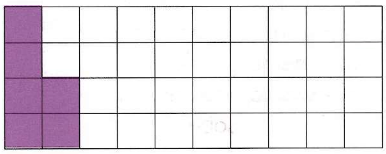
Respostas esperadas dos alunos:

Diagrama	Fracção	Decimal	Percentagem
	60/100 = 3/5	60/100 = 0,60	0,60 = 60%

Fazendo matemática

Pinta 6 quadrados pequenos num rectângulo de 4 x 10. Usando o rectângulo, explica como determinas: (a) a percentagem da área que foi pintada; (b) a parte da área que foi pintada, em forma decimal, (c) a parte da área que foi pintada na forma de fracção.

Uma resposta possível dos alunos:



a) uma coluna será 10%, já que há 10 colunas. Então 4 quadrados é 10%. Em seguida 2 quadrados é metade de uma coluna e metade de 10%, a qual é 5%. Então os 6 quadrados pintados são 10% mais 5%, ou seja 15%.

b) uma coluna será 0,10, já que há 10 colunas. A segunda coluna tem somente 2 quadrados sombreados, então será metade de 0,10, que é 0,05. Então 6 quadrados sombreados correspondem a 0,1 mais 0,05, que é igual a 0,15.

c) 6 quadrados sombreados dos 40 são 6/40, que simplificado dá 3/20.

Figura 1. Abordagens de nível reduzido e elevado à tarefa de determinar a relação entre diferentes representações de quantidades fraccionárias

mudando 0,375 para uma percentagem movendo a vírgula dois lugares para a direita. Quando estas abordagens de nível reduzido são usadas, os alunos tipicamente trabalham muitos problemas parecidos, vinte ou mais, dentro de uma dada tarefa.

Uma abordagem diferente a esta mesma tarefa — apresentando exigências de nível elevado — podia também usar procedimentos, mas de forma a *desenvolver conexões com os significados matemáticos* das fracções, números decimais e percentagens. Uma maneira de construir tais conexões é encorajar os alunos a ‹agarrar› o conceito subjacente de relação parte-todo, trabalhando com grelhas 10 × 10. Como mostramos na parte superior direita da figura 1, os alunos podem ser convidados a usar a grelha para ilustrar como 0,6 representa a mesma quantidade que a fracção 3/5 ou 60 por cento. Os alunos podem também ser solicitados a fazer um registo relativo a um número decimal, uma fracção, uma percentagem e uma representação gráfica, permitindo-lhes fazer conexões entre várias representações e atribuir significados ao seu trabalho tendo por referência a representação gráfica da quantidade em cada passo do seu trabalho.

Outra abordagem de nível elevado à tarefa — abordagem *fazendo Matemática* — podia solicitar aos alunos que explorassem as relações entre as várias maneiras de representar

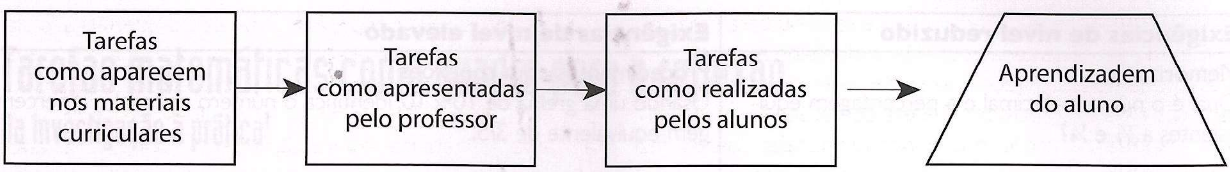


Figura 2. O Quadro das Tarefas Matemáticas

quantidades fraccionárias. Pelo menos inicialmente, não seriam dados aos alunos os procedimentos de conversão convencionais. Uma vez mais, eles podem usar grelhas; mas desta vez, seriam usadas grelhas de várias dimensões e não só 10 × 10 . Por exemplo, os alunos podiam ser solicitados a sombrear seis quadrados de um rectângulo 4 × 10 e, depois disso, podiam ser solicitados a representar a área sombreada como percentagem, número decimal e fracção. Quando os alunos usam o diagrama para resolver o seu problema, são desafiados a aplicar de uma nova maneira os seus conhecimentos de fracções, números decimais e percentagens. Por exemplo, tendo o aluno sombreado seis quadrados, deve determinar como estes seis quadrados se relacionam com o número total de quadrados do rectângulo. Na Figura 1, vemos um exemplo de uma resposta possível de um aluno, que ilustra o tipo de raciocínio matemático usado para alcançar uma resposta com sentido e susceptível de ser justificada. Em contraste com as abordagens de nível reduzido discutidas anteriormente, quando são utilizadas as abordagens «procedimentos com conexões» ou «fazendo Matemática» os alunos resolvem muito menos problemas, às vezes dois ou três.

Centrar-se nas fases da tarefa

Como mostra a Figura 2, o *Quadro das Tarefas Matemáticas* distingue três fases através das quais passa a tarefa: primeiro, como elas surgem no currículo ou materiais de ensino, nas páginas dos manuais, materiais auxiliares, etc.; a seguir, como elas são apresentadas ou anunciadas pelo professor; e, finalmente, como elas são de facto implementadas pelos alunos na sala de aula — por outras palavras, a maneira pelas quais os alunos realmente trabalham sobre a tarefa. Todas estas fases, mas especialmente a de implementação, são vistas como influências importantes sobre o que alunos realmente aprendem, como ilustra o trapézio da Figura 2.

A natureza das tarefas muda frequentemente quando passamos de uma fase para outra. Por outras palavras, a tarefa que aparece nos materiais curriculares ou de ensino nem sempre é idêntica à tarefa apresentada pelo professor; por outro lado, esta não é exactamente a mesma tarefa que os alunos realmente fazem. A evolução das tarefas quando passam da fase de *apresentação* para a fase de *implementação* tem sido examinada de perto nas salas de aula do projecto QUASAR (ver Stein, Grover e Henningsen, 1996). Por vezes, tarefas de nível elevado são implementadas de tal forma que os alunos pensam e raciocinam tendo em conta a sua complexidade e com significado. Às vezes tarefas apresentadas para estimular o pensamento dos alunos em níveis elevados de exigência cognitiva mudaram drasticamente de natureza quando os alunos trabalham realmente sobre elas. Reconhecer este fenómeno pode ser um foco fértil para reflexão.

Aplicando o quadro: O caso de Ms. Bradford

No nosso trabalho vimos como o *Quadro das Tarefas Matemáticas* pode dar aos professores indicações para a evolução das suas próprias aulas. Depois deles compreenderem o quadro, começaram a usá-lo como lente para reflectir sobre o seu próprio ensino e como linguagem partilhada para discutir o seu ensino com os seus colegas.

Consideremos, por exemplo, o caso de Teresa Bradford, uma professora com quem trabalhámos durante vários anos. Teresa habitualmente seleccionava tarefas de nível elevado que proporcionavam aos seus alunos oportunidades para explorarem conceitos e ideias matemáticas de maneira significativa. Uma destas tarefas foi «o lançamento de rolos de fita». Neste problema, os alunos foram convidados a conceber um jogo para recolha de fundos para uma festa da escola, tendo-lhes sido dadas algumas orientações iniciais. Um jogador poderia lançar um rolo de fita de Carnaval num jogo de tabuleiro. Se o rolo de fita caísse completamente numa figura, sem tocar em qualquer linha, o jogador ganharia uma *T-shirt*. Se o rolo tocasse em qualquer linha do tabuleiro, o jogador perderia. Com o custo do jogo de três lançamentos a 1 dólar e o custo das *T-shirt* de prémio a 4 dólares cada, os alunos tiveram de decidir quantas formas deveriam existir no tabuleiro e de que tamanho elas deveriam ser para que a recolha de fundos não redundasse em prejuízo.

Teresa forneceu uma grande variedade de materiais — grelhas de papel de vários tamanhos, metros, réguas, rolos de fita, marcadores, tesouras — para construir os tabuleiros de jogo e os seus alunos trabalharam durante uma aula, concebendo-os e testando-os. Embora Teresa tivesse planeado a sua aula como um exercício de exploração matemática capaz de alargar o pensamento dos alunos e permitir-lhes chegar a várias soluções possíveis e às correspondentes justificações, a implementação prática foi frustrante. Os alunos pareceram estar inibidos pelo número de escolhas que necessitavam de fazer e pela necessidade de impor uma estrutura na tarefa. Depois dos primeiros vinte minutos, Teresa acabou por ajudar os alunos na concepção dos seus tabuleiros. Ela viu-se a si própria a formular questões e, em seguida, a responder-lhes no lugar dos seus alunos. Sem surpresa, os tabuleiros ficaram mais semelhantes do que diferentes!

Vários meses depois de usar o lançamento de fitas, Teresa assistiu a uma conferência em que foi apresentado o *Quadro das Tarefas Matemáticas*. Quando o orador começou a explicar que a tarefa nem sempre é implementada de acordo com a intenção inicial, Teresa imediatamente se virou para uma colega investigadora sentada atrás de si e disse-lhe num tom ansioso, «foi o que aconteceu no lançamento de fitas!» Numa discussão e reflexão posterior, Teresa compreendeu que a falta de experiência prévia dos alunos em tarefas abertas fez com que ficassem pouco à vontade quando lhes foram apresentadas tarefas que, de imediato, eles não sabiam resolver. A sua tendência — fortalecida por anos de experiência na escola — era esperar até que alguém, normalmente o professor, lhes *mostrasse* como fazê-lo. Teresa foi atraída involuntariamente para este cenário porque estava mais à vontade nele. Não estava previsto ser «o sábio no palco», a única com todas as respostas?

Antes do seu conhecimento do *Quadro das Tarefas Matemáticas*, Teresa tinha um sentimento geral de que a actividade podia ter sido melhor, mas não era capaz de apontar a origem da dificuldade. O quadro deu-lhe uma ferramenta para descrever os acontecimentos que tinham ocorrido na sua sala de aula e para compreender porque é que não correram de acordo com o previsto.

Usando o quadro para reflexão

O quadro demonstrou ser uma ferramenta eficaz para Teresa e as suas colegas na Escola Ridgeway quando tentaram propor aos seus alunos mais tarefas significativas e cognitivamente complexas. Para partilhar ideias e para se apoiarem moralmente uns aos outros, durante o ano de 1994–95, decidiram reunir-se uma vez por mês. Durante estas reuniões, a maioria dos professores descrevia simplesmente as aulas para as quais queriam ajuda; alguns, contudo, começaram a partilhar vídeos do seu ensino.

O caso de Ron Castleman: Primeira parte

Numa reunião, no começo da Primavera, Ron Castleman um professor do 7.º ano de escolaridade de Ridgeway, decidiu partilhar um vídeo da sua aula na qual tinha proposto tarefas tipo «fazendo Matemática» mostradas na Figura 1. Embora os alunos resolvessem bem o problema, ele ficou com a sensação que tudo tinha acontecido muito rapidamente.

Na base da sua conversa com Teresa, ele sentiu que o *Quadro das Tarefas Matemáticas* podia ser uma maneira útil para pensar sobre a aula. Pediu ajuda aos seus colegas na aplicação do quadro à sua aula. O vídeo começou com Ron apresentando a tarefa aos seus alunos. Cuidadosamente, explicou que queria que eles sombreassem seis quadrados de um rectângulo de 10 × 4 e depois calculassem a percentagem, o número decimal e a fracção, por esta ordem, da parte sombreada do rectângulo. Quando a fase de implementação da tarefa começou, Ron recordou aos seus alunos que eles necessitariam de explicar a sua resposta, qualquer que ela fosse. Os alunos ficaram preocupados pouco tempo depois de tentarem imaginar que percentagem de 40 representava os seis quadrados sombreados. Começaram a pôr os dedos no ar quando se aperceberam que os algoritmos que tinham aprendido eram inúteis. Como Ron andava de carteira em carteira foi confrontado com o mesmo refrão «Como é que isto se faz?»

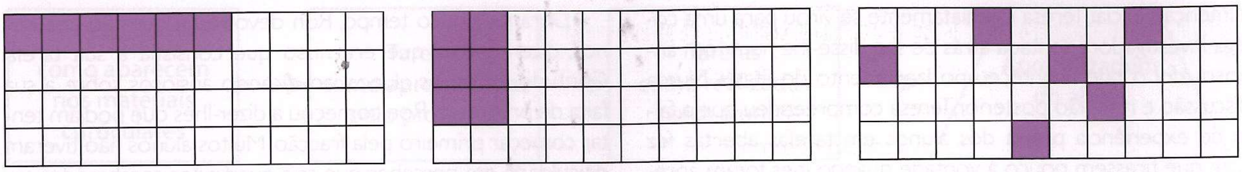
Durante pouco tempo, Ron devolveu a questão aos alunos, dizendo-lhes que era nisso que consistia a sua tarefa. Contudo, como os alunos iam ficando ansiosos sobre a sua falta de progresso, Ron começou a dizer-lhes que podiam tentar começar primeiro pela fracção. Muitos alunos não tiveram dificuldade em perceber que seis quadrados sombreados seriam 6/40. Em seguida, encontraram a forma decimal, dividindo 6 por 40 para obter 0,15 e depois voltavam-se para o método «provado e verdadeiro» de mover duas casas decimais para a direita para converter 0,15 em 15%. O que tinha começado como um problema completamente intratável era resolvido numa questão de minutos!

Quando Ron pediu *feedback* da aula, um dos seus colegas observou que alterando o problema desta maneira, os alunos tinham separado completamente o seu pensamento do diagrama e consequentemente dos significados de número decimal, percentagem e fracção. Um outro professor achou curioso que os alunos nem ao menos se mostrassem inclinados a verificar a plausibilidade das respostas que tinham obtido em comparação com o diagrama. Depois de mais discussões, os professores concordaram que, cedendo ao pedido dos alunos «como é que isto se faz», Ron tinha reduzido ou eliminado os aspectos desafiantes e lógicos da tarefa, retirando aos alunos a oportunidade de desenvolverem competências de raciocínio e pensamento e de alcançar uma compreensão matemática significativa. Usando o *Quadro das Tarefas Matemáticas*, os professores concluíram que a tarefa tinha sido apresentada num nível elevado mas tinha sido implementada num nível muito mais reduzido; por fim, os alunos ficaram com uma tarefa que exigia apenas que aplicassem um procedimento que não tinha qualquer conexão com o sentido essencial da questão.

O caso de Ron Castleman: Segunda parte

Ron apreciou os comentários dos seus colegas. Embora pudesse inicialmente ter preferido ouvir, «foi uma grande aula», concluiu que tal *feedback* não teria sido muito proveitoso. Antes da reunião de professores, ele não tinha pensado sobre o impacto das suas acções na aprendizagem dos alunos. Quando examinou mais tarde o trabalho dos alunos, concluiu que não via nenhuma evidência dos alunos terem prestado atenção ao diagrama. Quando reflectiu sobre a aula com os seus colegas, compreendeu que tinha contribuído para que não prestassem atenção ao diagrama ao sugerir que começassem com a fracção.

Mais tarde, na mesma semana, propôs a mesma tarefa do tipo «fazendo Matemática» noutra turma. Desta vez, tinha uma ideia clara do pensamento que queria encorajar nos alunos durante a fase de implementação da tarefa. Para manter a tarefa num nível elevado, queria ajudar os seus alunos a construir os seus próprios modos de a resolver usando o diagrama, em vez de se basearem em procedimentos aprendidos. Se os seus alunos apresentassem e testassem estratégias baseadas no diagrama, pensou ele, um envolvimento significativo nos conceitos de percentagem, número decimal e fracção apareceria naturalmente.



a) Qual a percentagem de cada linha?

b) Quantos grupos semelhantes caberiam no rectângulo?

c) Qual a percentagem de cada quadrado sombreado?

Figura 3

Nesta altura, em vez de dar aos alunos sugestões para simplificar, Ron pediu que olhassem cuidadosamente para o rectângulo, observando tanto o total do número de quadrados como as maneiras como estes estavam organizados em linhas e colunas. Enquanto caminhava pela sala, observou que os alunos que faziam maiores progressos eram os que tinham observado que cada coluna representava uma décima do rectângulo e tinham sombreado os seis quadrados, quase como se tivessem «enchido completamente» uma coluna e meia. Se uma coluna era um décimo ou 10 por cento, então «uma coluna e meia», pensavam eles, seria 15 por cento. Os alunos que tinham as maiores dificuldades eram os que estavam a trabalhar com rectângulos nos quais os quadrados sombreados não estavam dispostos em coluna. Ele ajudou estes alunos a encontrarem maneiras de calcular a percentagem através de perguntas que lhes permitissem basear-se na disposição específica que tinham sombreado. Vários exemplos de estratégias de alunos e questões colocadas por Ron aparecem na Figura 3.

O apoio de Ron encorajou os alunos a insistir na determinação da percentagem e, mais importante, levou-os a pensar sobre o que significa a percentagem e, em particular, a sua relação com este diagrama particular. Embora isso ocupasse a turma num único problema, durante quase uma aula inteira, Ron achou o tempo bem empregue. No fim da aula, vários alunos apresentaram estratégias alternativas ao resto da turma, no retroprojector. Até mesmo Ron ficou surpreendido com as diferentes maneiras que eles usaram para resolver o problema!

No fim da aula, Ron estava esgotado, mas satisfeito. Nunca tinha ouvido os alunos com tanta atenção e tentado ajudá-los a partir dos seus conhecimentos prévios. Estava contente com o que os seus alunos tinham sido capazes de fazer, especialmente com a forma como foram capazes de usar a sua compreensão sobre percentagens para resolver a tarefa.

Os professores de Ridgeway discutem porquê

Logo após este episódio, combinámos uma reunião com Ron, Teresa e seus colegas para discutir de que modo o *Quadro das Tarefas Matemáticas* tinha sido útil para eles. Ron estava ansioso para partilhar as suas experiências. Salientou quão importante tinha sido ser capaz de focar a sua atenção em alguns aspectos do seu ensino. Olhando para as tarefas que utilizou e como ele e os alunos as trabalharam, sentiu que tinha sido capaz de se concentrar mais sobre o que os alunos estavam a aprender. Comentou que era fácil envolver-se de tal maneira naquilo que se *fazia* que se perdia a noção daquilo que os alunos estavam a conseguir aprender através da experiência.

No decorrer da conversa, outros professores descreveram episódios das suas próprias aulas, referindo tarefas que foram implementadas de forma a suscitar pensamento de ordem elevada e outras que não o foram. Depois, perguntámos aos professores porque é que pensavam que as tarefas resultavam ou não de acordo com o previsto. Eram capazes de identificar os factores que estavam associados ao sucesso ou insucesso de uma tarefa? Ron começou por indicar que na aula em que usou primeiro a tarefa percentagem, número decimal, fracção, o factor mais importante que contribuiu para o insucesso da tarefa foi dizer aos alunos para começarem com a fracção. Tendo os alunos feito isso, explicou ele, podiam confiar totalmente nos procedimentos previamente aprendidos. Teresa comentou que o que ela tinha feito com o lançamento dos rolos era muito semelhante ao que Ron descreveu. Embora os alunos não pudessem usar um procedimento simples para resolver a tarefa, explicou ela, no fundo tinha-lhes dado a indicação do que necessitavam fazer, passo a passo. Os professores referiram outros factores como estando igualmente associados ao insucesso da tarefa, tais como a forma de gerir a aula, o tempo dado a mais ou a menos para realizar a tarefa e a não responsabilização dos alunos.

Em seguida, os professores reflectiram sobre os factores que poderiam contribuir para a tarefa a se manter num nível elevado. Começaram por dizer que alguns dos factores seriam o oposto da primeira lista — não processualizar a tarefa, dar tempo suficiente aos alunos e prestar-lhes atenção, responsabilizá-los por pensar a um nível elevado. Além disso, acrescentaram que o mais importante era encontrar uma forma de ajudar os alunos a progredir sem dar imediatamente a solução ou o caminho da solução. Ron explicou que tinha sido difícil manter esta abordagem mas que, no fim, compreendeu que muitos mais alunos aprenderam trabalhando «através» de um problema em vez seguirem um procedimento por ele «dado».

Neste ponto da discussão, indicámos que na nossa investigação tínhamos identificado factores associados com a aceitação e recusa de exigências de nível elevado que incluíam todos os factores que tinham sido identificados e mais alguns. Explicámos que a nossa lista (Figura 4) resultou de um estudo de quase 150 tarefas usadas durante um período de três anos em quatro escolas diferentes. Ao rever a lista, os professores

Factores associados com a manutenção de exigências cognitivas de nível elevado

1. É dado apoio ao pensamento e raciocínio do aluno.
2. São dados aos alunos os meios para avaliar o seu próprio progresso.
3. O professor ou alguns alunos ilustram desempenhos de nível elevado.
4. O professor estimula justificações, explicações e significados através de questões, comentários e *feedback*.
5. As tarefas baseiam-se no conhecimento prévio dos alunos.
6. O professor estabelece frequentes conexões conceptuais.
7. É permitido tempo suficiente para explorar nem de menos, nem de mais.

Factores associados com o declínio de exigências cognitivas de nível elevado

1. Aspectos problemáticos da tarefa tornam-se rotineiros (por exemplo, os alunos pressionam o professor para reduzir a complexidade da tarefa especificando procedimentos explícitos ou passos para a realizar; o professor «toma conta» do pensamento e raciocínio e diz aos alunos como resolver o problema).
2. O professor muda a ênfase dos significados, conceitos ou compreensão para a correcção ou perfeição das respostas.
3. Não é dado tempo suficiente para lidar com aspectos exigentes da tarefa, ou é dado demasiado tempo e os alunos distraem-se da tarefa.
4. Problemas de gestão da sala de aula impedem o envolvimento apoiado em actividades cognitivas de nível elevado.
5. A tarefa é inadequada para um dado grupo de alunos (por exemplo, os alunos não se envolvem em actividades cognitivas de nível elevado por causa da falta de interesse, motivação ou conhecimento prévio necessário para a realizar; as expectativas das tarefas não estão suficientemente claras para colocar os alunos num adequado espaço cognitivo).
6. Os alunos não são responsabilizados pelos resultados ou processos de nível elevado (por exemplo, embora se lhes diga para explicar o seu pensamento, são aceites explicações incorrectas ou pouco claras; é dada a impressão aos alunos que o seu trabalho não será tido em consideração para a avaliação).

Figura 4. Factores associados com a manutenção e declínio de exigências cognitivas de nível elevado

manifestaram a sua concordância com os factores que identificámos. Uma professora comentou que concordava com todos os factores indicados e que podia pensar em situações em que cada um desses factores tinha contribuído para o sucesso ou fracasso de uma aula particular. Disse, contudo, que, por si só, não teria sido capaz de identificar cada um deles. Explicou, por exemplo, que frequentemente forneceu aos alunos os critérios a usar na avaliação de um certo problema, dando-lhes, desta forma, meios de gerirem o seu próprio progresso, mas que nunca pensou nestes critérios como um factor que podia contribuir para manter um envolvimento cognitivo de nível elevado.

A lista parecia descrever um conjunto de factores e condições de sala de aula com os quais os professores imediatamente se identificaram. Embora muitos dos factores reflictam práticas comuns entre os professores, tais como estabelecer frequentemente conexões conceptuais e basear-se no conhecimento prévio dos alunos, até então os professores não tinham relacionado estas acções e decisões com a implementação bem sucedida da tarefa.

Usando o quadro de reflexão

O quadro não pretende ser uma prescrição rígida; em vez disso, é uma ferramenta para reflexão. Quando bem usado, deverá chamar a atenção para o que os alunos estão de facto a fazer e a pensar durante as aulas de Matemática. Este foco no pensamento dos alunos, por sua vez, ajuda o professor a adaptar o ensino de modo a que este possa corresponder e apoiar as tentativas dos alunos de raciocinar e compreender o sentido da Matemática.

Ron Castelman considerou que o quadro era útil no seu esforço de incentivar o envolvimento dos alunos em tarefas de nível elevado. Com a ajuda dos seus colegas, Ron compreendeu como as suas acções na sala de aula influenciavam a aprendizagem dos alunos. Ter colegas que apoiam, ajudam a reflectir e dão *feedback* é uma ajuda inestimável. Contudo, o quadro pode ser usado em vários contextos. Na secção seguinte, fazemos duas sugestões sobre como o professor pode usá-lo como instrumento para a reflexão sobre a própria prática.

Professores observando professores

Trabalhe com um colega para estabelecer uma calendarização para observar e ser observado. Reuna-se posteriormente para discutir a aula e fazer sugestões para a melhorar. O quadro pode ser usado para alcançar o que se procura e se pretende discutir.

Ao observar, pense com atenção sobre as mensagens que estão a ser transmitidas aos alunos acerca do que se espera que eles façam, como o devem fazer e os recursos que devem usar. Pode tentar resolver a tarefa, você mesmo, para ter a certeza que entende o que é necessário para a resolver. À medida que os alunos trabalham na tarefa, desloque-se pela sala, indo de mesa em mesa ou de grupo em grupo, ouvindo e observando, atentamente, para perceber a profundidade com que os alunos estão a abordar ideias matemáticas significativas.

Estão os alunos a lidar com significados matemáticos enquanto trabalham? Estão as suas palavras fundamentadas em evidência e raciocínio matemático? Ou permanecem no nível de procedimentos e símbolos memorizados que não estão relacionados com as ideias essenciais?

Posteriormente, se possível antes do fim do dia, reuna-se com o seu colega para discutir a observação. Comecem por estabelecer um consenso sobre o segmento do tempo de aula usado com a «tarefa» e sobre o que podem considerar como fases de apresentação e implementação. Depois, discutam as exigências cognitivas durante cada fase. Esta parte da discussão resulta melhor quando o observador dá primeiro a sua opinião relativamente às exigências cognitivas da tarefa; em seguida, o professor comenta estas opiniões, assinalando se concorda ou discorda e porquê. Desta maneira, o observador será forçado a dar *feedback* crítico e será menos tentado a desculpar diferenças de opinião diferenças que são importantes para haver crescimento.

Se os dois concordarem que uma ou mais tarefas foram apresentadas a um nível elevado de exigência cognitiva, discutam se essas exigências foram mantidas durante a fase de implementação ou regrediram para um trabalho menos desafiante. Em qualquer das situações, a peça essencial desta parte da discussão é a identificação dos factores da sala de aula que influenciaram a manutenção ou declínio do nível cognitivo da tarefa. A maioria dos professores acha esta parte do quadro a mais fascinante, provavelmente porque ela se reflecte mais directamente no que estão a fazer bem ou que podem melhorar. Também deverão despender tempo a discutir tarefas que identificam como estando a um nível reduzido numa fase de apresentação, concentrando-vos sobre como a tarefa poderia ser alterada para se tornar mais desafiante.

Professores observando-se a si próprios

Se não tem um colega com o qual se possa sentir confortável observando e sendo observado, tente gravar em vídeo o seu próprio ensino. Em seguida, pode reflectir sobre o seu ensino numa altura que seja conveniente, calmamente e em privado. Usar o vídeo para reflectir pode, de facto, ser mais vantajoso do que a reflexão baseada na memória ou em notas. Por exemplo, memórias de acontecimentos de sala de aula não são tão objectivas como as que são gravadas pelo vídeo. Além disso, o vídeo permite-lhe ver e tornar a ver uma determinada parte, tentando perceber exactamente o que se passava no pensamento dos alunos enquanto eles trabalhavam numa tarefa específica.

Então, e qual é o resultado?

A evidência obtida através da análise dos resultados de turmas de escolas dos 2.° e 3.° ciclos do QUASAR, revelaram que os alunos que obtiveram melhores resultados em provas do projecto relativamente a raciocínio e resolução de problemas, estavam em turmas nas quais as tarefas eram frequentemente apresentadas e implementadas em níveis elevados de exigência cognitiva (Stein e Lane, 1996). Para estes alunos, ter a oportunidade de trabalhar em tarefas desafiantes num ambiente de sala de aula incentivador, traduziu-se em ganhos substanciais de aprendizagem, avaliados por um instrumento especialmente concebido para medir o tipo de resultados de aprendizagem dos alunos defendido pelas normas profissionais de ensino do NCTM.

Notas

1 Translated and reprinted with permission from Mathematics Teaching in the Middle School, copyright January, 1998 by the National Council of Teachers of Mathematics. All rights reserved. NCTM is not responsible for the accuracy or quality of the translation.

2 *Middle school*, no original. As *middle schools* têm, usualmente, alunos dos 6.°, 7.° e 8.° anos.

Referências

Doyle, W. (1988). Work in mathematics classes: The context of students' thinking during instruction. *Educational Psycologist, 23*, 167–80.

Hart, L. C., Schultz, K., Najee-ullah, D., & Nash, L. (1992). Implementing the professional standards for teaching mathematics: The role of reflection teaching. *Arithmetic Teacher, 40*, 40–42.

National Council of Teachers of Mathematics (NCTM) (1991). *Professional standards for teaching mathematics.* Reston, VA: NCTM.

Silver, E. A., & Stein, M. K. (1996). The QUASAR project: The ‹revolution of the possible› in mathematics instructional reform in urban middle schools. *Urban Education, 30*, 476–521.

Stein, M. K., Grover, B. W., & Henningsen, M. (1996). Building student capacity for mathematical thinking and reasoning: An analysis of mathematical tasks used in reform classrooms. *American Educational Research Journal, 33*, 455–88.

Stein, M. K., & Lane, S. (1996). Instructional tasks and the development of student capacity to think and reason: An analysis of the relationship between teaching and learning in a reform mathematics project. *Educational Research and Evaluation, 2*, 50–80.

Bibliografia

Bouck, M., Keusch, T., & Fitzgerald, W. M. (1996). Implementing the professional standards for teaching mathematics: Developing as a teacher of mathematics. *Mathematics Teacher, 89*, 769–73.

Brown, C.A., & Smith, M. S. (1997). Implementing the professional standards for teaching mathematics: Supporting the development of mathematical pedagogy. *Mathematics Teacher, 90*, 138–43.

Romagnano, L. R. (1994). *Wrestling with change: The dilemmas of teaching real mathematics.* Portsmouth, NH: Heinemann Educational.

Mary Kay Stein, University of Pittsburg, EUA
Margaret Schan Smith, Pennsylvania State University, EU

Tradução: Alunos de mestrado em Educação Matemática da FCUL
Revisão: João Pedro da Ponte e Joana Brocardo