

Criar um ambiente na aula para falar sobre a matemática

Terry Wood, Graceann Merkel e Janell Uerkwitz

Para que as crianças aprendam, é importante que lhes sejam dadas oportunidades para expressar e clarificar o seu pensamento pessoal, e também para ouvir e tomar em consideração as ideias matemáticas dos outros. Por isso, um aspecto importante do ensino é a criação de um ambiente em que a partilha de pensamentos pessoais e a aceitação de perguntas de outros acerca das próprias ideias exista de uma forma harmoniosa. Isto é claramente que um desafio para muitos professores.

Hoje em dia, uma grande parte da discussão em educação matemática é sobre a importância dos modos de pensar da criança quando aprende matemática. Além disso, fala-se também muito sobre "fazer sentido" — o processo pelo qual a criança constrói, em matemática, os seus próprios significados. Esta discussão reflecte uma mudança na perspectiva do que é aprender Matemática, que vê a criança activamente envolvida em processos que lhe são pessoalmente significativos. Além disto, existe o reconhecimento de que as crianças aprendem melhor se estiverem em situações que lhes permitam interagir com outros no sentido de partilhar e comunicar as suas ideias acerca da matemática.

A par desta mudança no modo como se vê a aprendizagem dos alunos, há uma mudança na perspectiva do que significa ensinar matemática. Por um lado, é reconhecido actualmente que, ao ensinar Matemática, é importante criar situações em que a criança possa falar dos seus modos de pensar acerca da matemática. Por outro lado, já se compreendeu que para que isso aconteça é necessário criar diferentes modos de interacção durante a aula. Por isso, o nosso objectivo como professores é criar situações nas quais as crianças estejam envolvidas em partilhas intencionais sobre o seu pensamento acerca da matemática. Isto inclui a criação de situações em que as crianças expliquem os seus pensamentos e as suas estratégias na resolução de problemas.

Muitos têm sugerido que para criar esta interacção as crianças devem estar munidas com materiais manipuláveis para ajudar a sua

compreensão e lhes devem ser dadas oportunidades para participar em situações de aprendizagem cooperativa. Foi também sugerido que os professores conduzam as discussões na aula de modo a que as crianças digam aos outros as suas ideias. Mas todas estas sugestões não mencionam um aspecto muito importante da vida na sala de aula que se refere a nós todos como professores. Trata-se da importância de criar um ambiente muito diferente na aula, um ambiente em que as crianças se sintam livres para construir os seus próprios significados para a matemática e queiram comunicar as suas ideias aos outros. Estes novos ambientes de aprendizagem são muito diferentes das aulas convencionais nas quais, tipicamente, nós interagimos com os estudantes só para corrigir as suas respostas erradas ou para explicar um processo (Cuban, 1993). Os processos de interacção que agora estão a ser propostos são muito mais intensos e envolventes para os alunos e para nós próprios, como professores.

Para que consigamos isto, será necessário renegociar com os nossos alunos um (novo) conjunto de obrigações e expectativas para interagir como membros da turma. Estas expectativas, uma vez estabelecidas, tornam-se então o modo de interacção aceite de tal forma que, muito do que acontece na aula de Matemática, "funciona sem palavras" (Garfinkel, 1967). Muitos professores, que tentam ensinar Matemática de modo a promover o pensamento dos alunos, colocam frequentemente esta questão:

Como é que nós, como professores, podemos criar um ambiente de aprendizagem no qual as crianças

percebam que comunicar o seu próprio pensamento sobre matemática é de importância capital?

Neste artigo, gostaríamos de tratar esta questão e partilhar pontos de vista sobre as nossas experiências a ensinar matemática de um modo compatível com os esforços reformadores do *National Council of Teachers of Mathematics* (NCTM). Também gostaríamos de partilhar exemplos das nossas aulas de Matemática. Contudo, antes de o fazermos, deve ser compreendido que, assim como acontece com os *Standards* (NCTM, 1989), não é nossa intenção oferecer receitas precisas de processos a serem seguidos. Em lugar disso, os nossos pontos de vista devem ser olhados apenas como sugestões para se pensar em caminhos que criem um ambiente diferente para aprender matemática. Cada professor necessita de encontrar caminhos próprios de construção de um novo ambiente de aprendizagem que lhe seja pessoalmente significativo.

A aprendizagem da matemática pelas crianças

A investigação feita sobre a aprendizagem da matemática pelas crianças fornece provas evidentes de que as crianças aprendem melhor se forem inventoras e construtoras activas das suas ideias (Kamii 1989; Labinowicz, 1985; Piaget, 1980). As crianças estão sempre a fazer as suas próprias interpretações das actividades que lhes são propostas. Não absorvem simplesmente o que lhes é dado, mas em vez disso modificam os entendimentos anteriores. Portanto, o conhecimento matemático dos alunos é visto como único e pessoal. As crianças aprendem melhor (com mais profundidade) em situações em que possam envolver-se em processos mentais mais elevados. Estes processos são caracterizados pelo pensamento reflexivo e abstracto (Resnick, 1989). Além disso, pensa-se que quando as crianças se envolvem em pensamentos reflexivos se distanciam das actividades concretas

que estão a fazer. É durante este processo que as crianças fazem construções abstractas dos objectos matemáticos (Sigel, 1981).

A par disto, existe um outro conjunto de investigações defendendo que as crianças constroem significados a partir dos meios sociais em que estão inseridas. Nesta perspectiva, as crianças são vistas como tentando dar sentido, na aula, às suas experiências sociais e construir significados à medida que interagem com os outros. Estes significados, construídos a partir da sua própria experiência, são sociais e matemáticos. Os alunos baseiam-se numa combinação das suas experiências anteriores e naquilo que estão a observar para tornar os acontecimentos sociais que ocorrem nas aulas de matemática coerentes e com sentido. Além disso, as crianças fazem certas suposições acerca do que os outros colegas possam ter compreendido na aula. Consequentemente, o entendimento criado pelos alunos da mesma turma é partilhado e as crianças assumem que compreendem os outros e que elas próprias também são compreendidas (Voigt, 1993). Dados estes resultados, tem sido defendido que a interacção social que consiste em falar e partilhar ideias é uma parte essencial da construção activa do conhecimento matemático da criança.

Tomadas em conjunto, estas duas perspectivas indicam que, para as crianças aprenderem, é importante que lhes sejam dadas oportunidades, não só para exprimir e clarificar o seu pensamento pessoal, mas também para ouvir e ter em conta as ideias matemáticas dos outros (Wood, 1996). Por isso, um importante aspecto do ensino é criar um ambiente em que a partilha de pensamentos pessoais e a aceitação de perguntas de outros acerca das próprias ideias exista de uma forma harmoniosa. Claramente que isto é um desafio para muitos professores

Criar ambientes de aprendizagem

Antes de vermos como estabelecemos com os nossos alunos um

contexto para pensar matemática, gostaríamos de descrever o que pode ser considerada uma aula típica.

Numa das nossas aulas típicas de Matemática encontraríamos alunos a trabalhar com o seu colega de carteira na resolução de problemas. Estes problemas são criados de modo a provocar a reflexão individual e ao mesmo tempo conduzir a uma boa comunicação. Muitas vezes os problemas são construídos uns a partir dos outros, o que encoraja variedade nos modos de pensamento. A seguir a este trabalho em pares, há uma discussão envolvendo toda a turma. Nesta fase, são dadas as soluções e partilhadas as estratégias.

Janell

A minha aula de matemática começa com uma actividade com toda a turma. Isto ajuda os alunos a focar o problema e a começar a pensar nele de muitas maneiras. Depois de termos passado 10 minutos a trabalhar em conjunto, os alunos fazem uma actividade aos pares. Os alunos trabalham normalmente só com um(a) colega numa colecção de problemas. Depois de cerca de 20 minutos de trabalho em pares tornamos ao grupo-turma e discutimos o trabalho que fizemos em conjunto. Os pares são chamados a partilhar as suas respostas e os seus modos de pensar nos problemas. Colocam uns aos outros, frequentemente, questões como "Eu concordo com a tua resposta, mas não compreendo a tua explicação", ou "Podes justificar a tua resposta?"

Descobri que começando a trabalhar em conjunto, depois em pequeno grupo, e regressando em seguida ao grupo-turma dá uma sensação de completude ao nosso estudo. Também voltar a trabalhar em conjunto dá um sinal de conclusão no fim da aula.

Graceann

As actividades ou problemas que usamos cobrem todos os aspectos da matemática, desde a geometria ao cálculo aritmético. Contudo, a maior parte das actividades incidem sobre a

aritmética. Estas actividades desenvolveram-se originariamente a partir da investigação relativa ao desenvolvimento conceptual da criança sobre unidades e dezenas e sobre as operações de adição/subtração e multiplicação/divisão. As actividades foram criadas de modo a ser abertas e a permitir uma grande variedade de soluções (por exemplo, Cobb & Merkel, 1989).

Criar um clima de confiança

Para que as crianças trabalhem em matemática nas nossas turmas, o ambiente na aula precisa de ser pensado de modo a garantir a sensação segura de que está livre de risco ou ameaça. As crianças necessitam sentir que as suas ideias são respeitadas pelos outros elementos da turma. Precisam de saber que podem exprimir as suas ideias aos outros sem medo de ser ridicularizadas ou ficar envergonhadas mesmo que cometam um erro. (Cobb, Yackel, Wood, Wheatley, 1988). Como professores, queremos comunicar aos nossos alunos que compreendemos que o que dizem faz sentido para eles e que as suas ideias são apreciadas e aceites. Mas mantém-se a questão

Como é que nós, como professores, criamos um ambiente na aula em que as crianças valorizem o seu próprio pensamento e respeitem o pensamento matemático dos outros?

Logo no primeiro dia de aulas estabelecemos as bases sobre os modos como queremos que as crianças interajam ao longo do ano escolar. No primeiro dia, dizemos simplesmente às nossas crianças que "a matemática vai ser diferente este ano daquilo que possivelmente tem sido". Dizemos-lhes as nossas expectativas porque demos conta que as crianças mais novas estão sempre a tentar imaginar o que devem fazer em situações novas. Podem nunca ter estado antes numa aula de matemática assim e é nossa responsabilidade clarificar com eles o que estamos a tentar fazer. Muitas vezes discutimos certos tópicos para ajudar os alunos a compreender a importância de fazer

da aula um bom lugar de trabalho.

A nossa turma é uma comunidade de aprendizes. Para aprender, precisamos de chegar a acordo sobre certas linhas de orientação. Tanto os alunos como eu temos ideias sobre como podemos tornar a nossa aula um bom lugar para trabalhar. Através das nossas discussões sobre respeito e justiça, decidimos que comportamentos são aceitáveis e quais não o são. Isto permite que os alunos tomem parte no processo de tomar decisões e saibam que não estabeleci simplesmente regras para os seus comportamentos mas que alcançamos juntos um conjunto de expectativas mútuas.

Graceann

Desde cedo são feitas discussões na aula de modo a ajudar as crianças a compreender o valor de cada um dos elementos da turma.

Discutimos o significado de confiança e de não rebaixar as pessoas. Isto é necessário porque o tipo de interação e de reflexão que as crianças experimentam em matemática é único e novo para elas.

Este tipo de ambiente seguro leva tempo a desenvolver. À medida que as crianças partilham as suas soluções dos problemas, sentem que podem estar sujeitas a uma grande variedade de comentários — tanto elogiando-os como ridicularizando-os. É muito importante que as suas primeiras experiências de partilha sejam bem sucedidas, uma vez que a sua auto-estima é tão frágil. Experiências positivas criam bases para uma comunicação mais aberta. Sem que ninguém desse por isso criamos uma independência e segurança que se torna muito poderosa quando os alunos se exprimem matematicamente.

Janell

Explicar aos outros

No princípio, é também importante transmitir às crianças que cada uma delas é um elemento valioso na aula e tem ideias importantes para partilhar. Como usamos uma abordagem centrada na resolução de problemas,

estas actividades são desafios que encorajam a criança a aplicar estratégias de resolução que façam sentido para elas. Isto significa também que a um mesmo problema podem ser dadas várias soluções e mesmo, frequentemente, respostas diferentes — das quais, na maior parte dos casos, só uma é correcta. Como professores nós jogamos um importante papel, ao encorajar as crianças a participar e exprimir os seus pensamentos mas também ao ajudá-las a resolver conflitos que surjam.

Por isso, no princípio do ano, discutimos com os nossos alunos a maneira como eles falarão acerca das suas soluções para os problemas. Também realçamos que, sendo pessoas diferentes, temos maneiras diferentes de fazer as coisas. Por exemplo, muitas crianças podem ter resolvido um problema de adição contando, mas a maneira como o fizeram foi diferente. Uma criança pode ter usado os dedos para contar e outra pode ter usado cubos ou desenhado marcas. O que nós fazemos notar aos nossos alunos é que "há muitas maneiras de resolver problemas e nós vamos falar uns com os outros acerca destas maneiras".

O que se segue é um exemplo da variedade no pensamento e raciocínio das crianças, quando elas dão as suas explicações. O problema $72 - 39 = ?$ está escrito no quadro. O professor pede às crianças para resolver o problema sem papel e lápis, usando apenas estratégias mentais.

Scot - Eu tirei nove de setenta e dois. E depois tirei os trinta.

Prof - Tiraste nove de setenta e dois. Como é que subtraíste nove de setenta e dois?

Scot - Eu fiz setenta e um, setenta (pausa), sessenta e nove, sessenta e oito, sessenta e sete, sessenta e seis, sessenta e cinco, sessenta e quatro, sessenta e três. Depois tirei trinta.

Prof - OK. E como é que contaste os trinta?

Scot - Cinquenta e três, quarenta e três, trinta e três.

Prof - Outro caminho para fazer isto? Carl?

Carl - Eu só fiz setenta e dois menos trinta é quarenta e dois. Depois tirei os nove e deu trinta e três.

Prof - Alguma pergunta? (pausa). Alguém fez de outra maneira?

Lisa - Eu fiz setenta e dois menos trinta. Depois tirei dez e obtive trinta e dois.

Prof - Porque é que tiraste dez?

Lisa - Porque era mais fácil. Estava perto do nove.

Prof - OK.

Lisa - Eram trinta e dois e depois juntei um.

Prof - Porque é que juntaste um?

Lisa - Porque era realmente nove e não dez, mas dez era mais fácil.

Transmitir às crianças o valor de exprimir e partilhar o seu pensamento e raciocínio matemáticos aos outros é um aspecto importante do ambiente da aula. Situações que permitam aos alunos reexaminar ou clarificar os seus pensamentos, proporcionam-lhes oportunidades cruciais de reflectir e pensar acerca das suas ideias. Isto, como Sigel (1981) salienta, habilita-os a distanciar-se das situações concretas e construir imagens mentais para a sua actividade matemática.

Embora interagir desta maneira seja um aspecto necessário à participação na aula, não é suficiente. Se isto for tudo o que é esperado dos alunos e aceite pelos professores, as crianças podem pensar que o que é importante é comunicar os seus processos de resolver os problemas. Esta interpretação manifesta-se em discussões em que a criança prontamente faz o relato das suas soluções enquanto os outros simplesmente esperam, sem pôr questões, até chegar a sua vez. Isto resulta na situação em que as crianças apenas como apresentadores de uma série de soluções em vez de se envolverem numa discussão acerca do pensamento matemático.

Ouvir os outros

Por isso, é igualmente importante para a criança perceber que se espera dela que ouça e pense sobre as soluções dadas pelos outros. Nós ensinamos aos nossos alunos que

quando estão a ouvir os outros, é importante tentar compreender e respeitar o seu pensamento. Contudo, não temos que concordar com as suas ideias. As crianças precisam de aprender a ouvir cuidadosamente o que o outro diz e decidir se concordam ou discordam com o que ele está a pensar. Porém, não queremos que isto seja interpretado pela criança como uma crítica pessoal. Por isso, são necessárias coisas simples como as crianças usarem comentários tais como "concordo" ou "não concordo" em vez de "estás errado". Isto é feito no sentido de que elas compreendam que são apenas as ideias de alguém que estão em questão e não o seu valor como pessoa. Começamos a comunicar e estabelecer estas expectativas para no primeiro dia da escola. O que se segue é um exemplo do que podemos dizer aos nossos alunos.

Prof - Suponhamos que estamos a fazer um problema de Matemática, por exemplo 2 maçãs e 3 laranjas e queremos saber quanta fruta tínhamos. Eu levanto a mão e digo, "penso que a resposta é 6". Alguns de vocês terão pensado que era qualquer coisa fácil de responder, certo? E que fariam se pensassem que a minha resposta era realmente estúpida. O que é que vocês poderiam fazer quando eu disse 6?

Mike - Rir

Prof - Rir, certamente. Como é que eu me sentiria se te risses da minha resposta?

Ana - Triste. Furiosa.

Prof - Isso seria uma humilhação, não seria?

Turma - Sim.

Prof - Então se alguém dá uma resposta com a qual não concordam, sabem uma maneira polida de não concordar? Em vez de rir ou dizer que está errado. O que é que poderia dizer?

Bill - Desculpa, mas penso que está errado.

Prof - Pode ser, mas eu gostaria de não usar a palavra errado.

Sara - Podes experimentar outra vez?

Prof - Podes experimentar outra vez? Ou poderiam simplesmente dizer-lhes, não concordo contigo. Tenho uma

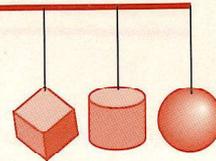
resposta diferente, não concordo. (pausa) Não vamos humilhar as pessoas, mas vamos compreender que está certo discordar de um modo educado. Aposto que todos que aqui estão, incluindo-me a mim, têm alguém, nesta sala, que não concorda com eles acerca de qualquer coisa. Isto não vos faz maus nem parvos, significa apenas que somos humanos e todos os humanos cometem erros. É importante transmitir às crianças que se devem ouvir *cuidadosamente* umas às outras. Ao destacar isto estamos a comunicar que cada pessoa tem ideias para partilhar, mas que os outros precisam de tentar compreender e respeitar o que se está a dizer. Por isso nós convencemos as crianças a ouvirem-se com atenção umas às outras. Ouvir de modo construtivo o pensamento e o raciocínio dos outros é uma competência complexa mesmo nos adultos. Como professores, jogamos aqui também um papel importante no desenvolvimento do que significa ser um "ouvinte activo". Nós próprios devemos ouvir cuidadosamente o que as crianças dizem e encorajá-las a exprimir os seus pensamentos. Os alunos aprendem que o que têm para dizer é importante e que o professor se interessa com o que dizem.

É importantíssimo para o professor ouvir com sinceridade. Contacto visual e atenção absoluta são elementos chave para transmitir a importância de se ouvirem uns aos outros. Fazer isto significa que, quando uma criança está a falar, eu não faço outra coisa, senão dar-lhe a ele ou ela a minha total atenção e esperar que os outros façam o mesmo.

Janell

Muitas vezes peço aos meus alunos que me ajudem a perceber o que outro aluno está a dizer, se me parece que o seu pensamento é pouco claro. Mostro-lhes que procuro compreender o que o aluno está a tentar exprimir e depressa os outros alunos fazem o mesmo. Deste modo a criança que está a falar sabe que todos a desejam ouvir e compreender o que está a dizer.

Graceann



Para ilustrar este aspecto, aqui estão dois exemplos das nossas aulas com alunos de sete anos.

[Problema: $41+39 = ?$]

John - Junto um aos trinta e nove para fazer quarenta. Quarenta mais quarenta é oitenta.

Mary - (levanta o braço) Não compreendo. O que é que fizeste com quarenta e um?

Mark - Ele quer dizer: tira um a quarenta e um [o que faz 40]. Põe o um nos trinta e nove para fazer quarenta. Dá quarenta mais quarenta.

Mary - Oh. OK.

Outro exemplo:

[Problema: Que número se deve juntar a 47 para fazer 71?]

Joan - Penso que é trinta.

Turma - Não concordo.

Prof - Há outras respostas?

Anne - Deu-me vinte e quatro.

Prof - Outros? OK. Joan, podes dizer-nos como te deu trinta?

Joan - Bem, contei de dez em dez a partir de quarenta e sete, cinquenta e sete, sessenta e sete, setenta e sete. São trinta.

John - Mas se juntares trinta ficas com setenta e sete, não setenta e um.

Luke - Acho que ela se esqueceu de parar em sessenta e sete, não em setenta e sete. Então podia juntar mais quatro até ter setenta e um

Joan - (grande pausa) Ah, sim... cinquenta e sete, sessenta e sete, sessenta e oito, sessenta e nove, setenta, setenta e um. Concordo com vinte e quatro.

Nós usamos as palavras concordo e discordo porque elas convidam a debater e a examinar o raciocínio de outros. As palavras certo e errado, são conotadas com bom e mau e por isso actuam como um processo de avaliação do valor de uma pessoa. De novo, o nosso papel como professores é importante em providenciar oportunidades para as crianças reconstruírem, refletirem e responderem uns aos outros quando explicam os seus métodos para resolver estes problemas. Tornar isto claro reside em parte nas perguntas que usamos.

Estas perguntas servem como ilustrações aceitáveis do que as crianças podem usar para pôr em questão o raciocínio de outro. Algumas perguntas que fazemos com frequência são: "Podias repetir?", "Queres dizer ...?", "Concordo com a tua resposta, mas não compreendo a tua explicação", "Porque é que ...Como sabias que...?", "Podes justificar a tua resposta?". Estas são as perguntas que fizemos inicialmente e que os alunos começam eles próprios a usar.

O nosso papel como professor, ao estabelecer com os seus alunos um ambiente na aula que os encoraja a exprimir o seu pensamento e ao mesmo tempo permite que coloquem questões uns aos outros, cria, também para nós, um ambiente de aprendizagem. Não se trata apenas de um ambiente que encoraja pensamentos de ordem superior e actividades reflexivas aos nossos alunos, mas também a nós próprios. Ouvir cuidadosamente o pensamento dos alunos, decidir se devemos fazer uma pergunta ou deixar outra criança fazê-lo exige uma grande concentração. Se decidirmos fazer uma pergunta, escolher uma que encoraje o raciocínio da criança requer uma reflexão adicional da nossa parte. Nestas aulas sentimos que podemos dar mais atenção ao desenvolvimento matemático de cada criança. Temos não só uma compreensão mais clara do desenvolvimento matemático de cada criança, mas também a percepção do crescimento do significado matemático entre as crianças

Nota

Graceann Merkel e Janell Uerkwitz são professoras que ensinam matemática de uma maneira compatível com a reforma em educação matemática nos Estados Unidos, há vários anos. Terry Wood é formadora de professores e investigadora na Purdue University. O desenvolvimento de aulas centradas em problemas começou como uma colaboração entre estas professoras e investigadores universitários.

Referências

Cobb, P., & Merkel, G. (1989). Thinking

strategies as an example of teaching arithmetic through problem solving. In P. Trafton (Ed.), *1989 Yearbook of the National Council of Teachers of Mathematics* (pp.70-81). Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.

Cobb, P., Yackel, E., T., Wheatley, G., & Merkel, G. (1988). Research into practice: Creating a problem solving atmosphere. *Arithmetic Teacher*, 36(1), 46-47.

Cuban, L. (1993). *How teachers taught*. New York: Teachers College Press.

Garfinkel, H (1967). *Studies in ethnomethodology*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.

Kamii, C (1989). *Young children continue to reinvent arithmetic*. New York: Teachers College Press.

Laninowicz, E. (1985). *Learning from children: New beginnings for teaching numerical thinking*. Menlo Park, CA: Addison-Wesley.

National Council of Teachers of Mathematics (1989). *Curriculum and evaluation standards for school mathematics*. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.

Piaget, J. (1980). *Adaptation and intelligence: Organic selection and phenocopy*. Chicago: University of Chicago Press.

Sigel, I. E.(1981). Social experience in the development of representational thought: Distancing theory. In I. E. Sigel, D. M. Brodzinsky, & R. M. Golinkoff (Eds), *New directions in Piagetian theory and practice* (pp. 203-217). Hillsdale, NJ: Erlbaum Associates.

Voigt, J. (1993). Patterns and routines in classroom interaction, *Recherches en didactique des mathématiques*, 6(1), 69-118.

Wood, T. (1996). Events in learning mathematics: Insights from research in classrooms. *Educational Studies in Mathematics*, 30, 85-105.

Terry Wood
Purdue University
Graceann Merkel
Klondike Elementary
Janell Uerkwitz
Dayton Elementary