

Modelagem matemática na educação básica: a primeira experiência vivenciada

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo analisar as interações realizadas entre aluno-aluno e aluno-professor no decorrer do desenvolvimento de uma atividade de Modelagem, fazendo alguns apontamentos no que se refere à primeira experiência da professora com esse tipo de atividade. As atividades que compõem este artigo foram desenvolvidas com estudantes do nono ano de Ensino Fundamental e fazem parte da dissertação de mestrado da autora. Foram utilizados os referenciais de Burak para a condução das atividades com Modelagem e de Vygotsky para a realização das análises. A pesquisa, de natureza qualitativa, analisa as ações e interações vividas entre todos os sujeitos (estudantes e professora) em atividades desenvolvidas com o uso dessa metodologia. Os resultados apontam que a Modelagem Matemática reforça a criação de vínculos sociais, pois enfoca o desenvolvimento individual no aspecto dinâmico e dialógico, bem como favorece a ocorrência da zona de desenvolvimento proximal, evidenciando os postulados de Vygotsky.

PALAVRAS-CHAVE: Educação Matemática. Modelagem Matemática. Ensino Fundamental. Educação Básica. Vygotsky.

Derli Kaczmarek

derli.k@hotmail.com

orcid.org/0000-0001-9068-5901

Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG), Ponta Grossa, Paraná, Brasil

Dionísio Burak

dioburak@yahoo.com.br

orcid.org/0000-0002-1345-1113

Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO), Guarapuava, Paraná, Brasil.

INTRODUÇÃO

Sob o ponto de vista da natureza da Educação Matemática, Burak e Klüber (2008) a consideram como uma Ciência Humana e Social reconfigurada de forma complexa devido aos problemas referentes ao ensino e à aprendizagem da Matemática. Os autores defendem um modelo de Educação Matemática que contemple as diversas áreas que se incorporam e interagem no processo de ensino e aprendizagem da Matemática, como a psicologia, a antropologia, a filosofia, a sociologia, a língua materna, além da própria Matemática. Essa perspectiva permite considerar a Matemática condicionada à Educação. Assim, se torna relevante buscar um ensino de Matemática que tenha em vista a oportunidade de uma aprendizagem mais dinâmica, um ensino mais consciente e crítico.

Com esses princípios a Educação Matemática se fundamenta na necessidade de ponderar aspectos envolvidos no processo de ensino e aprendizagem da Matemática, como por exemplo, a capacidade cognitiva do sujeito que aprende, a sua cultura, os fatores sociais e econômicos, entre outros. Para tal, além da sociologia e da antropologia, são inegáveis as contribuições dadas pela psicologia nesse campo de investigação.

Lev S. Vygotsky (1896-1934) foi um psicólogo bielo-russo que realizou várias pesquisas sobre o desenvolvimento intelectual das crianças e a relevância das interações sociais nesse processo. Vygotsky sublinhou a importância do processo histórico-social e o papel da linguagem no desenvolvimento do indivíduo. Por isso, sua teoria recebeu o nome de socioconstrutivismo, sendo também denominada de sociointeracionismo.

O sociointeracionismo é uma das teorias que sustentam a concepção de Modelagem Matemática defendida por Burak (2010). Para o autor, a forma de conceber a Modelagem, construída ao longo de sua carreira como docente e pesquisador, atende aos objetivos de se trabalhar com a Modelagem como uma metodologia de ensino para a Educação Básica. Essa visão se sustenta nas teorias: construtivista, sociointeracionista e de aprendizagem significativa e em uma visão epistemológica de Ciência que se alinha às perspectivas dos paradigmas: pós-moderno, a partir dos estudos de Boaventura Santos e do pensamento complexo, na perspectiva de Edgar Morin.

Foi nesse sentido que a Modelagem Matemática, no âmbito do trabalho docente, passou a ser vivenciada pela autora em suas aulas com estudantes do Ensino Fundamental. É válido salientar que a primeira experiência com a Modelagem Matemática, foi vivenciada pela professora pesquisadora concomitantemente em duas turmas distintas: uma turma de nono ano e outra no sexto ano. Essas duas primeiras experiências fazem parte da sua dissertação de mestrado cujo objetivo era descrever as ações e interações dos estudantes proporcionadas pelas atividades da Modelagem Matemática e estabelecer possíveis relações com a teoria de Vygotsky.

A escolha dessas turmas se deu em virtude da própria dinâmica em sala de aula. Na turma de sexto ano os estudantes se mostravam participativos, gostavam de auxiliar os professores em tarefas corriqueiras, de fazer registros escritos no quadro de giz, porém eram extremamente agitados e apresentavam dificuldade em se concentrarem nas atividades realizadas. Na turma de nono ano os estudantes se mostravam apáticos e desinteressados. A participação no

desenvolvimento de atividades era limitada a uma pequena minoria, os demais apenas reproduziam o que era feito. As atividades que mais gostavam de realizar, segundo seus depoimentos, era copiar atividades do livro. As aulas de matemática, portanto, não eram as preferidas.

Entendemos a grande importância da adolescência na vida dos nossos estudantes. Vygotsky (1996) pondera que o aspecto chave que caracteriza o pensamento adolescente é a capacidade de assimilar (pela primeira vez) o processo de formação de conceitos, que permitirá ao sujeito sua passagem a uma nova e superior forma de atividade intelectual. É dessa maneira que eles investigaram e teorizaram sobre um determinado assunto, e com base principalmente neles, tentaram confirmar seus pontos de vista pessoais.

No entendimento da professora pesquisadora, esses são anos escolares que merecem grande estudo e atenção, pois são os polos com maior índice de preocupação: o sexto ano pelo alto percentual de reprovação e o nono ano, pelo desinteresse demonstrado pelos estudantes. De acordo com Alves-Mazzotti (2002, p. 162) a escolha dos participantes é proposital na pesquisa qualitativa, pois, “o pesquisador os escolhe em função das questões de interesse do estudo e também das condições de acesso e permanência no campo e disponibilidade dos sujeitos”.

Nesse trabalho, revisitamos a atividade desenvolvida com o nono ano, entendendo a sua contribuição frente aos desafios superados ao rompermos com uma maneira tradicional de conduzirmos as aulas de matemática. Entendemos a necessidade da busca constante da melhoria da qualidade do ensino. Por isso, defendemos o uso de alternativas metodológicas, em especial da Modelagem Matemática, com vistas aos ganhos científicos e pedagógicos proporcionados aos estudantes. Em nossa opinião, entre usarmos a Modelagem Matemática ou outra metodologia, o grande prejuízo pedagógico está em não se utilizar nenhuma delas.

A pesquisa, de natureza qualitativa, foi realizada na perspectiva de Bogdan e Biklen (1994). Os autores relatam que, primeiramente, a investigação qualitativa surgiu de um campo dominado por práticas de mensuração, elaboração de testes de hipóteses variáveis etc., mas “[...] alargou-se para contemplar uma metodologia de investigação que enfatiza a descrição, a indução, a teoria fundamentada e o estudo das percepções pessoais” (1994, p. 11). Essa metodologia também pode ser denominada naturalista, pois o investigador frequenta o ambiente em que se verificam os fenômenos nos quais está interessado, incidindo os dados recolhidos nos comportamentos das pessoas e em suas interações com o meio e os demais sujeitos, construindo seus repertórios de significados.

As anotações no diário de campo e os depoimentos dos estudantes fazem parte do material de análise.

Como resultado a pesquisa reforça a importância, para os estudantes, da realização do trabalho docente a partir da perspectiva do interesse e do trabalho em grupo para o processo de ensino e aprendizagem da Matemática, proporcionados pelo uso da Modelagem. Ações como autonomia, criticidade, criatividade, atenção, memória, raciocínio, percepção, diálogo e interações, decorrentes de trocas e auxílios, foram evidenciadas entre os sujeitos envolvidos. A Modelagem Matemática reforçou a criação de vínculos sociais, enfocando o desenvolvimento individual no aspecto dinâmico e dialógico favorecendo o

aparecimento da zona de desenvolvimento proximal, conceito defendido por Vygotsky (1991).

DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE DE MODELAGEM MATEMÁTICA

A primeira atividade desenvolvida com a Modelagem Matemática se deu a partir dos questionamentos sobre a própria postura docente aliada à necessidade de tirar os estudantes da inércia intelectual em que permaneciam. Tais desejos foram maiores do que a insegurança e o medo de romper com uma forma usual de ensino. Como suporte para o desenvolvimento e encaminhamento da Modelagem Matemática, utilizamos as cinco etapas sugeridas por Burak (2010):

- escolha de um tema;
- pesquisa exploratória;
- levantamento dos problemas;
- resolução dos problemas e o desenvolvimento do conteúdo matemático no contexto do tema;
- análise crítica das soluções.

Dessa forma, para a escolha do tema foi feita uma proposta aos estudantes para que escolhessem um assunto do interesse deles, sobre o que gostariam de aprender nas aulas de matemática. Esse questionamento causou espanto em alguns: “Você está louca, professora?” Na opinião deles, o professor era quem deveria decidir isso.

Após insistir sobre a mesma pergunta, as respostas alternaram entre “nada”, “não sei” e “qualquer coisa”. Então foi pedido que cada estudante dissesse o que mais gostava de fazer. As repostas foram: jogar videogame e dormir (6 estudantes para cada resposta) ouvir música, assistir TV e não fazer nada (5 estudantes para cada resposta), ficar no computador (4 estudantes) e comer (1 estudante).

Foi, então, pedido a eles que se reunissem em grupos de três ou quatro participantes para fazer uma apresentação na sala, para os colegas, sobre o que mais gostavam de fazer. Imediatamente a turma se agitou para formar os grupos, quase sem prestar atenção no que foi solicitado.

- Mas sobre o quê, professora?

- O que a gente deve fazer?

Todos ficaram agitados e queriam que fosse decidido pela professora sobre qual assunto deveriam apresentar. Pediram nova votação, mas nessa votação eles se mostraram mais pensativos e apenas três temas apareceram: música, futebol e comida.

Na aula seguinte, aconteceram as apresentações. Os temas apresentados pelos estudantes foram música e futebol, o grupo que escolheu o tema comida acabou desistindo deste tema. Para as apresentações os grupos se utilizaram de músicas, vídeos, cartazes, desenhos, todos com muita criatividade, porém pouca explanação oral. Após cada apresentação, os grupos que assistiam, faziam uma

avaliação escrita dizendo o que mais gostaram ou não em cada apresentação e que nota de 0,0 a 2,0 dariam ao grupo.

Terminadas as apresentações, os comentários escritos pelos grupos foram lidos e alguns debates surgiram sobre as questões apresentadas. A turma concluiu que as apresentações que mais atraíram a atenção de todos foram sobre futebol. Algumas questões foram surgindo: todos gostam de futebol? Quais os times de maior torcida? E na sala de aula? Qual estudante da turma já tinha assistido a um jogo em um estádio? Existia algum estádio no município? Quais as diferenças entre um campo e uma quadra para jogar futebol? Quem na turma já conhecia um estádio? Qual era o tamanho oficial de um campo de futebol?

Na aula seguinte, iniciou-se a pesquisa exploratória: todos os grupos deveriam pesquisar as medidas oficiais de um campo de futebol, fazendo o croqui de um campo. Foi observado que, mesmo sendo solicitada apresentação dos croquis por grupos, apenas três estudantes (de grupos diferentes) não haviam feito a atividade individualmente. Fato este que já mostrou o envolvimento da turma, porém denotou a falta de entrosamento e a ausência de negociação entre os estudantes em seus grupos. Outro motivo de entusiasmo e alvoroço se deu pelo fato de que alguns estudantes tinham usado medidas diferentes uma vez que é considerado um tamanho mínimo e um máximo para o comprimento e largura de um campo de futebol, não existindo uma única medida oficial.

Um dos estudantes quis saber se algum colega já tinha ido a um estádio de futebol. Como a resposta foi negativa, então foi sugerido por um deles que a turma fosse até a quadra esportiva para medi-la e para poder comparar as medidas entre a quadra e o campo oficial. A ideia foi aceita também com muito alvoroço (as aulas de matemática habitualmente eram na própria sala ou raramente, no laboratório de informática). A turma foi à quadra.

Nesse momento, a professora pesquisadora ficou em dúvida se deveria orientá-los sobre como e com quais instrumentos realizarem a medição, mas como estavam muito empolgados, achou melhor não interferir como forma de incentivá-los a fazerem suas escolhas.

Para obterem as medidas, alguns estudantes usaram régua, outros passos, outros pés. Outro lembrou que a professora usava uma régua de madeira, maior do que as que eles possuíam e pediu emprestada. Uns observavam aos outros para verem se alguém tinha uma ideia melhor de como medir a quadra. Quando o primeiro grupo terminou, foi questionado pelos colegas porque só haviam medido metade da quadra. Ao darem a resposta que “a outra metade era igual, deveria ter a mesma medida” alguns saíram explicando para os outros que não precisariam medir o restante da quadra. Alguns estudantes se dirigiram à professora para confirmar a possibilidade de não precisar medir o outro lado da quadra.

Na sala novamente, iniciou-se o levantamento do problema. A turma foi questionada sobre o que fazer com os dados obtidos e um dos estudantes sugeriu que fosse feita uma comparação do tamanho da quadra e do campo oficial. Os grupos se reuniram com o objetivo de calcular a diferença entre a quadra da escola e o campo oficial, considerando as medidas máximas permitidas. Nos cálculos encontraram muita dificuldade nas operações com números racionais decimais. A presença da professora nos grupos para auxílio nos cálculos foi muito solicitada, o que gerou muito barulho.

Havia pequenas diferenças, nas medidas do comprimento e da largura da quadra, encontradas pelos grupos: 30,25m x 16m; 30,16m x 14,45m; 29,88m x 16,96m. As diferenças entre as medidas do campo oficial e da quadra foram calculadas pelos estudantes, mas ao perguntar, em um dos grupos, quanto 89,75 m representava em relação à distância entre dois pontos, eles não sabiam aproximar.

Optou-se pelo trabalho com a medida encontrada pelo próprio grupo, mesmo diferenciando dos demais, para garantir que um grupo não buscasse no outro as respostas prontas. As diferenças foram discutidas e constatadas pelos discentes, como encontradas pela falta do uso de uma medida e de um instrumento padrão.

As medidas do comprimento e da largura da quadra, das medidas máximas oficiais e as diferenças encontradas pelos grupos foram escritas no quadro em forma de tabela e com o uso de calculadora, foram feitas as intervenções e correções sobre os cálculos das diferenças encontradas. Também se aproveitou o momento para o trabalho da leitura correta das medidas, realização das operações com decimais e uso da vírgula na calculadora.

Outra questão surgiu nos debates, no decorrer das atividades: quantas quadras caberiam dentro de um campo oficial? Para resolução deste problema, foi solicitado que cada grupo usasse as medidas encontradas para descobrir quantas quadras caberiam dentro de um campo. Para garantir o anonimato dos estudantes utilizou-se convencionar chamá-los A1, A2, A3, A4, ... A32, não havendo correspondência com o número da chamada.

Um estudante falou:

—Já sei: basta dividir o comprimento do campo pelo comprimento da quadra. (A1)

—E a medida do outro lado? (A2)

—Também dividimos. (A1)

—E se os resultados forem diferentes? (A3)

—Vamos dividir pra saber. Podemos usar a calculadora, professora? (A2)

Utilizando as medidas de um dos grupos, foram anotados os registros das divisões no quadro. Em seguida, foi perguntado aos estudantes o que o resultado de cada uma representava.

—Cabem quase quatro comprimentos e mais de cinco larguras da quadra no campo. (A4)

—E o que queremos saber? (professora)

—Quantas quadras cabem no campo? (A5)

—Podemos dar a resposta que estamos procurando? (professora)

—Temos que usar o espaço dentro do campo. (A5)

—Professora, isso não é área? (A5)

—Claro, temos que dividir as duas áreas. (A6)

Alguns participantes perguntavam se para encontrar a área deveriam multiplicar ou somar as medidas (confusão entre os conceitos de perímetro e área

de uma figura geométrica plana). Para tentar esclarecer essa dúvida foi pedido que cada estudante recortasse um retângulo, de tamanho diferente do colega do grupo, em um papel quadriculado. Em seguida descobriram quantos quadradinhos havia dentro dele. Após os comentários, explicações e esclarecimento de dúvidas, foi solicitado que transformassem os retângulos em dois triângulos idênticos e em seguida foi perguntado qual seria então a área de cada triângulo. Foram construídos os modelos matemáticos das áreas do quadrado, retângulo e triângulo. Perguntado aos estudantes quem lembrava já ter usado algum deles, 23 levantaram a mão.

Muitos assuntos surgiram nas aulas posteriores: operações, principalmente com números racionais decimais, simetria, comparações, aproximações, cálculos envolvendo circunferências, triângulos, perímetros e áreas, todos surgidos a partir das questões iniciais: quantas quadras caberiam dentro de um estádio de futebol?

A maior dúvida docente, naquele momento, referente ao uso da modelagem, era sobre o fato de que um assunto dava início ao outro. Isso estava correto? Não deveria ser programado antecipadamente o tempo para cada atividade? Até quando as atividades se desenrolariam? Havia-se perdido o controle das aulas?

A resposta sobre o número de quadras que caberiam dentro de um campo oficial de tamanho máximo, foi de 22 para a maioria dos grupos.

Como análise crítica das soluções, podemos registrar que muitas questões foram aparecendo no desenvolvimento da atividade e que ultrapassaram o problema sobre as dimensões de um campo de futebol: a distância percorrida por um jogador durante 90 minutos de jogo e as profissões que mais exigem condicionamento físico, o preço do ingresso para assistir um jogo de futebol e o valor de um salário mínimo, o salário dos jogadores e o salário de um trabalhador comum, as atividades voluntárias beneficentes desenvolvidas por alguns jogadores e o mau comportamento de outros.

Após as discussões, uma delas até mesmo sobre a importância do futebol, surgiu a ideia de se fazer uma pesquisa na escola para conhecer a opinião dos outros colegas da escola: qual seria o time vencedor no Campeonato Brasileiro de Futebol, o “Brasileirão”? Qual o time com maior torcida na escola? Foi, então, organizada uma pesquisa com 10 perguntas e com visitas a todas as nove turmas do bloco dos anos finais do Ensino Fundamental.

As questões usadas nas entrevistas, elaboradas com sugestões dos próprios estudantes na sala de aula, foram as seguintes:

Você gosta de futebol? () sim () não

Você acha que o futebol é uma maneira de tirar /evitar que os jovens se percam nas drogas? () sim () não

Você concorda com os investimentos na copa-2014? () sim () não

Se acha que se deveria investir mais na saúde, educação e outros () não

Idade-

Cidade onde nasceu-

Time preferido-

O que influenciou a “escolha do time”?

Nome de um jogador-

Nome de um estádio-

Palpite para o campeão 2012-

Ao entrar nas salas, com as devidas autorizações dos professores regentes, cada participante dirigia-se a um estudante da sala e o entrevistava. Após percorrer todas as turmas coletando as respostas, as atividades eram retomadas pelos grupos na sala de aula onde foram tabulados os dados obtidos. Depois disso, no laboratório de informática foram construídos gráficos referentes às respostas obtidas pelos grupos.

ANÁLISE DA ATIVIDADE

Uma das dificuldades observadas no início do trabalho foi referente à escolha do tema. Os estudantes, usualmente, têm sua participação limitada aos questionamentos ou pareceres no decorrer dos assuntos abordados. Nesse sentido, observamos que possibilitar a eles a escolha de um tema para ser trabalhado lhes causou estranheza e desconforto. Além disso, em turmas do ensino regular, cujas salas normalmente são superlotadas, é necessário ter muita experiência com trabalhos em Modelagem Matemática para desenvolver atividades com variados temas de suas escolhas. Contudo, constatamos que há maneiras de fazer com que temas despertem o interesse da maioria dos estudantes. Como exemplo, ao organizarem as apresentações os estudantes se envolveram dando sugestões e avaliando os trabalhos e as posturas dos colegas.

Para Burak (2012, p. 88), “A Modelagem Matemática constitui-se em um conjunto de procedimentos cujo objetivo é construir um paralelo para explicar, matematicamente, os fenômenos presentes no cotidiano do ser humano, ajudando-o a fazer previsões e tomar decisões”. Nesta perspectiva, o interesse do grupo de pessoas envolvidas e a coleta de dados onde se dá o interesse desse grupo, são as premissas a serem consideradas. A primeira premissa se faz presente no campo da Psicologia, uma vez que nossas ações, muitas vezes, são motivadas pelo interesse e esta premissa sustenta as etapas da Modelagem, propostas por Burak.

Sob o ponto de vista do interesse, segundo Dewey (1983, p.153), não há quem possa negar que a doutrina da disciplina imposta falhou. “É absurdo supor que uma criança conquiste mais disciplina mental ou intelectual ao fazer, sem querer, qualquer coisa, do que ao fazê-la, desejando-a de todo o coração”. O autor afirma que novos conhecimentos são resultados de uma experiência educativa reflexiva que deve seguir pontos essenciais: a experimentação numa verdadeira situação, na qual haja interesse, e um problema a ser resolvido, que o estudante possua conhecimentos para agir e tenha a oportunidade de comprovar suas ideias. Para o filósofo, a inteligência possibilita ao homem a capacidade de transformar o ambiente ao seu redor.

Vale lembrar que a escolha do tema de interesse do grupo e a busca de dados onde se dá o interesse são as ações desenvolvidas na Modelagem Matemática a partir da interação entre os sujeitos envolvidos.

Segundo Burak (2010), na forma usual o processo de ensino é deflagrado pelo professor. Já na Modelagem Matemática, o processo é compartilhado com o grupo de estudantes, pois sua motivação acontece a partir do tema de seu interesse. Daí decorre maior interesse do grupo pelo fato de compartilharem o processo de ensino, escolhendo aquilo que gostariam de estudar, tendo a oportunidade de se manifestar, discutir e propor alternativas. Esse é um dos grandes aspectos diferenciadores na prática educativa mediada pela Modelagem na Educação Matemática. Além disso, ocorre maior interação no processo de ensino e de aprendizagem. Para a aprendizagem, tal procedimento resulta em ganho, pois os grupos trabalham com aquilo que gostam e que para eles apresenta significado, tornando-se corresponsáveis pela aprendizagem.

A importância do outro no desenvolvimento do indivíduo é explicitada nos estudos de Vygotsky. O mediador auxilia a criança a consolidar o desenvolvimento que está próximo (zona de desenvolvimento proximal), ou seja, ajuda a transformar o desenvolvimento potencial (aquilo que a criança pode realizar com auxílio de outro indivíduo) em desenvolvimento real (conquistas já consolidadas, capacidades ou funções realizadas sem auxílio de outro indivíduo). São as aprendizagens que ocorrem na zona de desenvolvimento proximal que contribuem com que a criança/estudante se desenvolva cada vez mais.

A Modelagem Matemática associa-se também a um ensino que se direciona para as funções psicológicas emergentes ao atuar no limite da zona de desenvolvimento proximal, estimulando os processos internos maturacionais que terminam por se efetivar, passando a constituir a base para novas aprendizagens (SINDER, 1997). Como é a aprendizagem que promove o desenvolvimento intelectual, a matemática pode ser entendida como a via pela qual as funções superiores são desenvolvidas.

Outra dificuldade vivenciada diz respeito à elaboração da questão central, face às diversas questões propostas pelos estudantes. De fato, esse seria o ponto principal a partir do qual seriam revisitados ou abordados novos conteúdos. No entanto, discutir questões levantadas pelo grupo de estudantes não era uma dinâmica usual, geralmente as questões a serem estudadas eram previamente decididas pela professora, ou seja, as aulas já estavam preparadas.

Num cenário totalmente novo, a imprevisibilidade decorrente da Modelagem Matemática gera insegurança. Segundo Edgar Morin, há dois meios pelos quais podemos enfrentar a incerteza. O primeiro se refere à total consciência da aposta na decisão, o segundo à estratégia. Assim, a consciência da incerteza torna-se consciência de uma aposta na qual a estratégia deve prevalecer sobre o programa, pois o programa gera uma sequência de ações a serem executadas em um ambiente estável, sem variações. Caso haja modificações das condições externas, o programa fica impedido. Ao contrário, a estratégia permite um cenário que analisa as certezas e incertezas, as probabilidades e improbabilidades da situação. As informações recolhidas, os acasos e contratempos representam boas oportunidades encontradas ao longo deste caminho que podem e devem ser utilizadas para modificar esse cenário. Contudo, no cerne de nossas estratégias, podemos utilizar curtas sequências programadas, “mas, para tudo que se efetua em ambiente instável e incerto, impõe-se a estratégia. Deve, em um momento, privilegiar a prudência, em outro, a audácia e, se possível, as duas ao mesmo tempo”. (MORIN, 2000, p.90).

Outro ponto a ser considerado, talvez pela própria inexperiência ao uso da Modelagem, foi o tempo despendido às atividades. Respondida uma questão, outra era iniciada automaticamente, gerando certa insegurança ao fato de se estar ou não desenvolvendo a Modelagem de forma mais apropriada. Essas e outras dúvidas foram relatadas ao professor orientador, o qual afirmou que com o uso frequente da Modelagem certas dúvidas iriam se dissipando e o interesse da turma sobre o assunto é que determinaria, em última instância, o tempo de duração de uma atividade. Da mesma forma, o fato de surgirem muitos problemas, e o professor considerar que pode perder o controle, faz com que o professor perceba que precisa ter clareza que uma atividade de modelagem pode abrir muitas perspectivas de estudos, por ser temática envolve também, quando o professor permite e favorece. Dessa forma, com a experiência vai conseguindo trabalhar essas dúvidas e adquirir segurança.

A Modelagem Matemática, na visão de Burak (2010, p.36) “satisfaz as necessidades de um ensino de matemática, mais dinâmico, revestido de significado nas ações desenvolvidas, tornando o estudante mais atento, crítico e independente”. Ao mesmo tempo, favorece a construção do conhecimento matemático pelas inúmeras possibilidades de um mesmo conteúdo ser visto várias vezes no decorrer do desenvolvimento de um tema.

Para Bruner (1999), a motivação e o envolvimento com o conhecimento matemático pode aumentar o interesse do estudante por essa área do conhecimento quando se estabelecem conexões múltiplas entre as várias partes desse saber. O autor afirma que a compreensão apropriada de qualquer aspecto do conhecimento sugere certo domínio das estruturas subjacentes ao mesmo, influenciando a generalização na aplicação e alteração de estratégias que deverão ser encorajadas, visando o aumento da probabilidade de reelaboração de conceitos prévios adquiridos.

Sob o olhar da teoria de Vygotsky, o professor tem a importante função de mediar e possibilitar as interações entre os estudantes e o objeto de conhecimento. Cabe a ele a promoção de situações que incentivem a curiosidade e permitam o aprendizado dos estudantes.

Com a realização das atividades utilizando a Modelagem Matemática observamos um grande progresso quanto ao relacionamento dos estudantes que, até então, se mostravam apáticos e desinteressados. A proximidade com os estudantes possibilitou a observação de situações de troca e de auxílio, além do limiar de cada estudante, para mediação do professor na construção de conceitos. Esses fatos foram validados nos depoimentos escritos pelos estudantes após a conclusão das atividades. É o que se evidencia também nas conversas, registradas no diário de bordo, entre colegas dos grupos: “precisamos conferir o número de sim e de não das entrevistas para ver se tem o total de entrevistas” (grupo 1); “cara, essa tua vírgula está no lugar errado, você escreveu 26,0 m e é 2,60m. A altura da trave é um pouco menor que a altura dessa sala e 26 m sei lá, acho que é um prédio” (grupo 2; “acho que todos devem anotar as respostas, daí a gente só confere os resultados” (grupo 3). Nas situações, podemos recorrer ao conceito de zona de desenvolvimento proximal. Para um dos estudantes, o estabelecimento de igualdade entre o número de entrevistados e respostas já faz parte do seu nível de desenvolvimento real. Porém, para o outro, representa um nível a ser atingido sob a colaboração de um companheiro. Observamos os estudantes fazendo uso de

noções matemáticas fazendo estimativas, comparações, atuando na zona de desenvolvimento proximal com outro estudante, mostrando que a mediação não se estabelece apenas com o professor, mas muitas vezes com outros colegas do mesmo grupo e de outro grupo, nos diálogos.

O mesmo acontece em relação à altura da trave e na sugestão dada por um dos colegas. Não se trata de apontar um erro do colega ou simplesmente comparar as resoluções, é preciso ter desenvolvido conceitos para estabelecer relações entre o conjunto universo de entrevistados e os dados escritos, assim como no outro caso, estimarem a distância da medida registrada para relacioná-la com o objeto real. Esses depoimentos sinalizam os diferentes estágios de desenvolvimento das funções cognitivas superiores dos estudantes.

Consideramos também que tais diálogos dificilmente seriam observados em uma aula conduzida de uma forma tradicional, pois, o que se observa é que os mesmos estudantes se destacam dando sugestões e respostas no desenvolvimento de atividades coletivas.

O favorecimento da troca e da colaboração entre os estudantes, propiciada pela Modelagem Matemática, é também uma categoria presente nas manifestações dos estudantes, como em A5, ao afirmar que: "... foi uma coisa muito diferente e interessante e tivemos todos juntos e unidos para que pudéssemos medir a quadra e eu gostei muito de trabalhar uma coisa diferente...".

De acordo com o pensamento vygotskyano, o ato de pensar é profundamente ligado ao ato conhecer e ambos fazem parte do processo de aprendizagem. Na aquisição do conhecimento, a construção de significados decorre da capacidade de articular linguagem e pensamento numa relação socializada, pois os significados são construídos socialmente e a palavra, enquanto signo linguístico aproxima os seres.

Compreendemos que o favorecimento da troca e da colaboração se dá por meio do diálogo. A linguagem, como necessidade da vida social, é consolidada na interação produzindo e expressando sentidos e significados, e por essa razão: habilita as crianças a providenciarem instrumentos auxiliares na solução de tarefas difíceis, a superar a ação impulsiva, a planejar uma solução para um problema antes de sua execução e a controlar seu próprio comportamento. Signos e palavras se constituem para as crianças, primeiro e acima de tudo, um meio de contato social com outras pessoas. (VYGOTSKY, 1991).

Em outro depoimento o A4, por exemplo, afirmou que perdeu a vergonha falando de um assunto que agrada a todos. Em nossas observações, registramos o isolamento de alguns estudantes que não queriam sair da sala para entrevistar as outras turmas. Esse estudante (A4), habitualmente muito tímido, não queria entrar na turma em que foram realizadas as primeiras entrevistas afirmando que tinha vergonha. Foi então, encorajado pela professora a procurar na sala desconhecida um amigo, colega, conhecido ou alguém que também estivesse isolado, porque ninguém o conhecia para ser entrevistado. O estudante parou na porta discretamente e disse que conhecia um dos meninos daquela sala e que era seu vizinho: foi o seu primeiro entrevistado. Na mesma sala, o A4 fez também a sua segunda entrevista. Nas outras turmas, passou a agir da mesma maneira: da porta olhava para a turma (parecia procurar um conhecido) e entrava.

Primeiramente, entende-se que a metodologia possibilitou a oportunidade de fazer um trabalho diferenciado. O participante mostrava-se tímido, mas pela dinâmica da atividade de Modelagem Matemática, superou, ao menos naquele momento, a timidez, conforme relatado por ele: “Eu achei interessante essas pesquisas, porque eu perdi a vergonha e conheci melhor as pessoas, falando de um assunto muito bom que é o futebol que é a paixão dos brasileiros”. O trabalho diferenciado propiciado pela Modelagem favorece o diálogo, o desenvolvimento da autonomia e as trocas de experiências. Enfim, permite um ensino indissociado da pesquisa e desenvolve nos estudantes a segurança, o incentivo. Entendemos que tudo isso decorre por partir de temas de interesse do estudante ou do grupo.

Em relação ao sentimento de vergonha manifestado pelo estudante vamos analisar pelo âmbito do diálogo, com relação à linguagem e aos signos. Segundo Pimentel (1999), a noção de internalização se dá no processo dialógico, que permeia os encontros intersubjetivos, considerando como “linguagem” todo e qualquer tipo de sistema de sinais linguísticos capaz de produzir comunicação humana. A comunicação vivenciada e relatada pelo estudante pode, então, ser caracterizada como o instrumento primordial de mediação entre o social e o individual. Evidencia-se assim, que na atividade em grupo a comunicação propiciada pela metodologia da Modelagem Matemática na Educação Matemática, representou uma ação primordial de mediação entre o social e o individual. Para Vygotsky (2007), a sociabilidade da criança é o ponto de partida de suas interações com o entorno. O espaço escolar é um dos cenários onde as crianças e, no nosso caso, adolescentes, exercitam a sociabilidade.

A linguagem, como necessidade da vida social é consolidada na interação produzindo e expressando sentidos e significados como se constata na manifestação de A9, “treinamos a conversação, como se fosse para vender algo às pessoas que você não conhece”. O depoimento de A9 nos remete ao depoimento de A4: ao vencer a timidez para entrevistar os colegas da escola, o estudante desenvolvia e exercitava a conversação, o que pode ser considerado um indicador de sucesso no que se refere à apropriação da linguagem. Como citamos anteriormente, a linguagem constitui-se no instrumento semiótico mais desenvolvido e a apropriação e o domínio pelos estudantes, desse e de outros instrumentos de mediação, são indicadores de sucesso, pois representam fonte de desenvolvimento. Esse é um fator de grande relevância para nós educadores e como se observa, foi favorecido pela Modelagem.

Os depoimentos dos estudantes mostraram aquilo que na Modelagem Matemática se apresenta como um dos pontos fortes dessa metodologia: a interação entre participantes pertencentes a cada grupo, participantes dos diversos grupos e professor da classe e, no caso em análise, com os estudantes de outras turmas da escola.

No âmbito da aprendizagem a importância da interação é tratada por Vygotsky. Como afirma Camargo (1999, p.67), “O homem se torna sujeito da história, parte integrante do grupo social ao qual pertence na medida em que participa ativamente dele”. Como observado no depoimento de A5, “Estivemos todos juntos e unidos para que pudéssemos medir a quadra”, estabelecendo interações com seus pares; trocando informações e conhecimentos; negociando significados, sentidos atribuídos aos fatos, objetos e pessoas com as quais convive. Isso também se verifica no depoimento de A8 quando manifesta: “Eu gostei muito

na hora que saímos da sala para ver o que os outros estudantes achavam sobre futebol, isso distraiu muito e juntou duas coisas futebol com matemática”. Verificamos nitidamente a dinâmica troca de informações, entre os estudantes, bem como, o sentido atribuído ao fato relacionado sobre futebol, além da troca de informações em relação aos times de futebol. A interação favorecida nas atividades de Modelagem permitiu também estabelecer uma visão que supera a disciplinar, tão comum e constante nas aulas atuais.

Outra experiência vivenciada pelos estudantes foi a possibilidade de confrontação daquilo que ele pensa com o que pensam os colegas, seu professor e demais pessoas com quem convive, conforme descrito por A15 “... só não achei legal, porque meu time não apareceu muito nessa pesquisa, achei legal também porque deu pra saber que time é mais torcido na escola e tal”, e reafirmado por A16 “... interessante saber o que os estudantes acham sobre os assuntos pesquisados por nós”. É uma forma de oportunizar aos estudantes a formulação de argumentos (dizendo, descrevendo, expressando), de comprová-los (convencendo, questionando) e de compará-los. Além da interação entre professor e estudante, a interação entre os próprios estudantes desempenha papel fundamental na formação das capacidades cognitivas e afetivas. Sob o olhar de Vygotsky (1991), o professor tem o papel de mediador e possibilitador das interações entre os estudantes e o objeto de conhecimento. Cabe a ele a promoção de situações que incentivem a curiosidade e permitam o aprendizado, ou seja, que despertem o interesse dos estudantes.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Sob a perspectiva de Bogdan e Biklen (1994, p. 49) de que “a abordagem da investigação qualitativa exige que o mundo seja examinado com a ideia de que nada é trivial” procuramos as evidências de que “tudo tem potencial para construir uma pista que nos permita estabelecer uma compreensão mais esclarecedora do nosso objeto de estudo”. Mesmo considerando as próprias limitações, buscamos desvendar “o modo como as expectativas se traduzem nas atividades, procedimentos e interações diários”.

De acordo com Vygotsky (2007), é indispensável a compreensão das relações intrínsecas entre as tarefas externas e a dinâmica do desenvolvimento, e da consideração da gênese dos conceitos como função do crescimento cultural e social global da criança, que afeta não apenas o conteúdo, mas também o seu modo de pensar. A internalização, desse modo, pode ser relacionada à motivação e ao despertar do interesse, visto que ela é, para Vygotsky, a reconstrução interna de uma operação externa.

Entendemos que os estudantes são mobilizados a partir de atividades externas que os motivem. Essa é a proposta de encaminhamento metodológico definido pela Modelagem Matemática. Assim, a Modelagem Matemática na Educação Matemática pode também ser justificada por vir ao encontro da natureza do ser humano, membro de uma espécie biológica que só se desenvolve no interior de um grupo cultural, segundo os postulados de Vygotsky. Da mesma forma a Modelagem sublima o entendimento de Vygotsky que, para o desenvolvimento do indivíduo, as interações são, além de necessárias, fundamentais.

Uma das ações observadas com a Modelagem Matemática foi o desenvolvimento da autonomia nos estudantes. Na realização das atividades em grupo, os estudantes começaram a interagir e a tomar decisões, buscando o auxílio da professora somente quando tinham alguma dúvida ou discordavam entre si. É o que foi observado, por exemplo, na tabulação dos dados coletados pelos grupos e na construção dos gráficos. As situações verificadas facilitaram o desenvolvimento e construção dos conteúdos matemáticos e possibilitaram a definição da zona de desenvolvimento proximal permitindo “delinear o futuro imediato da criança e seu estado dinâmico de desenvolvimento, propiciando o acesso não somente ao que já foi atingido através do desenvolvimento, como também àquilo que está em processo de maturação” (VYGOTSKY, 2007, p. 98).

Elencamos, então, de maneira mais compacta algumas categorias, estabelecidas a partir das ações e interações dos estudantes observadas no decorrer das duas atividades desenvolvidas com a Modelagem Matemática, sob o referencial Vygotskyano:

- favorecimento do diálogo reiterando a comunicação como instrumento de mediação entre o social e o individual;
- favorecimento da troca e da colaboração com o outro mais experiente;
- internalização de conceitos através do enfrentamento de situações adversas.

São aprendizagens que, por partirem de temas do interesse dos estudantes, vão para além do conteúdo matemático favorecendo e estimulando as dimensões antropológicas. Por exemplo, na cultura exposta pelo tema, nas diferenças individuais, no estabelecimento das relações, entre outros possibilitando o desenvolvimento da sociabilidade;

- manifestação da emancipação e da autonomia através da escolha do tema, dos grupos, dos problemas e das estratégias de busca de solução;
- construção do processo de ensino e aprendizagem a partir dos interesses dos estudantes.

No que se refere à realização da primeira atividade com Modelagem Matemática pela professora, desafios precisaram ser superados. Entre eles, possibilitar aos estudantes tomarem decisões sobre os encaminhamentos das aulas, sobre a condução das atividades e a busca das soluções dos problemas elencados por eles. Essa dinâmica exige uma postura diferente do professor, que apesar de gerar uma grande insegurança decorrente da imprevisibilidade, abre caminhos que possibilitam maior interação entre professor e os estudantes, entre os próprios estudantes e, principalmente, entre os estudantes e o objeto de conhecimento matemático.

Os depoimentos dos estudantes também denotaram a sua motivação no envolvimento das atividades realizadas. Assim, as ações e interações decorrentes da Modelagem Matemática na Educação Matemática, evidenciam os postulados de Vygotsky para a criação de “uma escola em que as pessoas possam dialogar

discutir, duvidar, questionar e compartilhar saberes. Onde há espaço para as contradições, para a colaboração mútua e para a criatividade” (Rego, 2000, p.118).

Mathematical modeling in basic education: the first experience lived

ABSTRACT

This paper aims to analyze the interactions between students and between student-teacher in the course of the development of a Modeling activity, making some notes regarding the first experience of the teacher with Modeling. The activities, developed with students of the ninth grade of Elementary School, are part of the master's dissertation of the author. The Burak references were used to conduct the activities with Modeling and Vygotsky to carry out the analyzes. The research, of a qualitative nature, analyzes the actions and interactions lived between all the subjects (students and teacher) in activities developed with the use of this methodology. The results show that the mathematical modeling reinforces the creation of social links, because it focuses on individual development in dynamic and dialectical aspect, and promotes the appearance of zone of proximal development, highlighting the principles of Vygotsky.

KEYWORDS: Education. Mathematical Modeling. Elementary School. Basic Education. Vygotsky.

REFERÊNCIAS

BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação**. Tradução Maria João Alvarez, Sara Bahia dos Santos e Telmo Mourinho Baptista. Porto: Porto Editora, 1994.

BURAK, D. Modelagem Matemática na educação básica numa perspectiva de Educação Matemática. In: BURAK, D; PACHECO, E.R.; KLÜBER, T.E. (Orgs.) **Educação Matemática: Reflexões e Ações**. Curitiba: CRV, v. 1, p. 147-166, 2010.

KLÜBER, T. E.; BURAK, D. Concepções de Modelagem Matemática: Contribuições teóricas. In: **Educação Matemática e Pesquisa**, São Paulo, v. 10, n. 1, 2008. p. 17-34.

BRUNER, J.S. **Para uma teoria da educação** (M. Vaz, trad.). Lisboa: Relógio D'Água Editores, 1999.

CAMARGO, J. S. Interação professor-alunos: a escola como espaço interativo. In: MARTINS, J. B. (ORG.) **Na perspectiva de Vygotsky**. São Paulo: Quebra Nozes / Londrina: CEFIL, p. 67-80, 1999.

DEWEY, J. **Interesse e esforço**. São Paulo: Abril Cultural, 1980.

KACZMAREK, D. **Modelagem no ensino da matemática: um viés na ação e interação do processo de ensino e aprendizagem**. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2014.

MORIN, E. **Os sete saberes necessários à educação do futuro**. Tradução de Catarina Eleonora F. da Silva e Jeanne Sawaya. São Paulo: Cortez; Brasília, DF: UNESCO, 2000.

PIMENTEL, A. Intersubjetividade e aprendizagem escolar. In: JOÃO BATISTA MARTINS (ORG.) **Na perspectiva de Vygotsky**. São Paulo: Quebra Nozes / Londrina: CEFIL, p. 13-26, 1999.

REGO, T. C. **Vygotsky: uma perspectiva histórico-cultural da educação**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2000.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores**. 7. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

VYGOTSKY, L. S. **Psicologia Pedagógica**. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2004.

VYGOTSKY, L. S. **Pensamento e linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 1991.

VYGOTSKY, L. S. **Obras Escogidas** Tomo IV. Traducción Lydia Kuper. Visor Dis.,S.A. Madrid: España, 1996. 427p

Recebido: 29 jan. 2018

Aprovado: 07 jul. 2018

DOI: 10.3895/actio.v3n3.7693

Como citar:

KACZMAREK, D.; BURAK, D. Modelagem matemática na educação básica: a primeira experiência vivenciada. **ACTIO**, Curitiba, v. 3, n. 3, p. 253-270, set./dez. 2018. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/actio>>. Acesso em: XXX

Correspondência:

Derli kaczmarek

Rua Monsenhor Ivo Zanlorenzi, 4400, Mossunguê, Curitiba, Paraná, Brasil.

Direito autoral: Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

