

## MODELAGEM MATEMÁTICA: AS INTERAÇÕES DISCURSIVAS DE CRIANÇAS DA 4ª SÉRIE A PARTIR DE UM ESTUDO SOBRE ANOREXIA

Ana Virginia de Almeida Luna<sup>1</sup>

Universidade Estadual de Feira de Santana  
Núcleo de Pesquisas em Modelagem Matemática

andrluna@uol.com.br

Josélia Alves<sup>2</sup>

Escola Despertar  
coordesp@gmail.com

### RESUMO

Este estudo pretendeu compreender as interações discursivas entre professor-aluno e aluno-aluno nas séries iniciais a partir do ambiente de Modelagem Matemática. Os participantes da investigação foram uma professora e vinte e duas crianças, entre nove e onze anos de idade, que cursavam a quarta série do Ensino Fundamental em uma instituição particular de ensino em Feira de Santana, no interior da Bahia. A trajetória teórico-metodológica proposta partiu de uma abordagem qualitativa, sendo os dados coletados a partir de registros orais transcritos de filmagens, bem como de escritos realizados durante as observações. A análise dos dados apontou que a Modelagem Matemática é um ambiente de aprendizagem que favorece o desenvolvimento de interações discursivas, contribuindo para o desenvolvimento de um pensamento mais crítico e reflexivo pelas crianças e ampliação do repertório dos alunos em relação aos conhecimentos técnicos e matemáticos.

**Palavras-chave:** Modelagem Matemática; interações discursivas; séries iniciais.

---

<sup>1</sup>Docente da graduação do Departamento de Exatas na Universidade Estadual de Feira de Santana e Membro do NUPEMM - Núcleo de Pesquisas em Modelagem Matemática da Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS). Home: <http://www.uefs.br/nupemm>

<sup>2</sup> Professora da 4ª série do Ensino Fundamental da Escola Despertar, instituição particular de ensino, situada em Feira de Santana, Bahia.

## INTRODUÇÃO

A itinerância da primeira autora deste estudo com a formação de professores, na área de matemática se iniciou junto a profissionais de Educação Infantil, através do Programa Institucional de Bolsa Estágio, em Projetos de Pesquisa e Extensão da Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS), no período de junho de 1992 a fevereiro de 1993.

Além disso, a partir da sua formação como especialista em Educação Matemática, professora no Ensino Superior nesta área e, gestora do projeto de criação de uma instituição de ensino particular, a Escola Despertar (1993), que nasceu com uma proposta educacional diferenciada, respaldada em uma perspectiva sócio-interacionista, na qual atua na direção pedagógica e coordenação de grupo de formação continuada de professores na área de Matemática, em que a segunda autora é integrante.

O trabalho na área de Matemática priorizado nesta formação, visa favorecer o desenvolvimento de uma proposta pedagógica envolvendo situações-problema do mundo real que se aproxima da concepção de Modelagem Matemática apresentada por Barbosa(2001), que gerou um projeto institucional - Circuito Matemático - no qual as professoras organizam a ação pedagógica com a matemática através de situações-problema de forma contextualizada e todo esse processo de desenvolvimento da prática educativa é discutido nos encontros de formação.

Na literatura não há uma definição única para o termo Modelagem Matemática, por isso vale destacar que para o presente estudo tomamos a definição de Barbosa (2001, p.31) de Modelagem Matemática como “um ambiente de aprendizagem no qual os alunos são convidados a indagar e/ou investigar, por meio da matemática, situações com referência na realidade”, com isso a Modelagem para esse autor situa-se na perspectiva sócio-crítica.

De acordo com Caldeira (2005), a Modelagem Matemática é um caminho em direção a possibilidades de ver a Matemática não como disciplina escolar, mas como um conhecimento que é necessário para a nossa sobrevivência, o que se opõe a uma concepção tradicional de ensino. Diante disso, o autor enfatiza a necessidade que seja dada continuidade as discussões sobre Modelagem.

Vale ressaltar que, de acordo com Barbosa (2006), foi iniciada em 1983 pela Comunidade Internacional de professores de Modelagem Matemática e Aplicação (ICTMA) a organização de conferências bienais para promover a modelagem em escolas e universidades, sendo, também, destacado pelo autor que publicações destas conferências e o recente estudo de Blum (2002) indicam o crescimento da comunidade de modelagem da educação matemática em nível internacional.

No entanto, no que se refere ao trabalho com a Modelagem Matemática nas séries iniciais do Ensino Fundamental ainda tem um número pequeno de estudos publicados na literatura internacional. Para esta questão os autores English e Watters (2005) são referências encontradas para as séries iniciais, eles desenvolveram um estudo longitudinal com quatro turmas que foram acompanhadas da quarta série até a sexta série com atividades de modelagem.

Nos Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1997) de Matemática destinados às séries iniciais do Ensino Fundamental, que foram elaborados com o propósito de orientar a organização curricular das escolas em todo país, dentre os princípios para o ensino da Matemática é contemplado como responsabilidade da escola oferecer oportunidades para o acesso aos conhecimentos socialmente elaborados pelos alunos, que são necessários ao exercício da cidadania, a fim de que os alunos consigam evidenciar a importância que a Matemática tem para compreender o seu entorno. Entretanto, a Modelagem Matemática não é sequer mencionada como um dos ambientes de aprendizagem que pode oferecer condições de aprendizagem da Matemática.

Além disso, na literatura nacional a partir do levantamento que realizamos parece que não há registros de pesquisas publicadas até o momento no que se refere a essa temática, inclusive, no último ENEM - Encontro Nacional de Educação Matemática (2007) e no EBEM – Encontro Baiano de Educação Matemática (2007) os participantes questionaram aos conferencistas sobre a ausência de trabalhos envolvendo Modelagem Matemática nas séries iniciais, no momento do debate após a mesa-redonda com o tema Modelagem Matemática.

Com base nesta lacuna, no grupo de formação continuada da Escola Despertar, desde 2006 demos início a um trabalho sobre a Modelagem Matemática nas séries

iniciais. Nesta pesquisa buscamos apresentar uma investigação desenvolvida com uma das professoras deste grupo, que é co-autora desse artigo.

O objetivo deste estudo foi compreender as interações discursivas entre professor-aluno e aluno-aluno nas séries iniciais a partir do ambiente de Modelagem Matemática.

O artigo está fundamentado nas pesquisas de Barbosa (2001, 2003, 2006a, 2006b, 2007) sobre Modelagem Matemática e nos estudos de Lerman (2001), no que se refere a psicologia sócio-discursiva cultural; e de Skovsmose (2006), Chronaki e Christiansen (2005), sobre a comunicação na sala de aula.

Este texto está dividido em três sessões, na primeira parte são apresentados os referenciais teóricos que fazem parte do estudo, na segunda parte foram apresentadas a escolha do método e as técnicas utilizadas e na última a análise dos dados obtidos.

## **AS INTERAÇÕES DISCURSIVAS NO AMBIENTE DE MODELAGEM MATEMÁTICA**

Conforme o conceito de Barbosa (2001) que apresenta a Modelagem Matemática como um ambiente de aprendizagem, no qual os alunos são convidados a investigarem uma situação real, é necessário delimitar as fronteiras de uma atividade de matemática neste ambiente com dois aspectos principais: a atividade tem que ser um problema (não um exercício) para os estudantes e a atividade tem que ser extraída a partir da realidade cotidiana e outras ciências que não sejam a matemática pura (BARBOSA, 2006a).

O encaminhamento das atividades de Modelagem Matemática se dá a partir de espaços de interação, que é entendido como o encontro aluno-aluno e professor aluno tendo como foco os discursos (BARBOSA, 2006b).

Neste sentido, ainda de acordo com o mesmo autor, devem ser consideradas as rotas de modelagem que são os discursos produzidos no ambiente social. Para tanto, são enfatizados três tipos de discussões nos espaços de interação: as matemáticas que se referem as idéias pertencentes ao campo da matemática pura; as técnicas que dizem

respeito a construção de técnicas do modelo matemático e as reflexivas que se referem a natureza do modelo matemático aos critérios usados em sua construção e suas conseqüências.

Ao considerar a Modelagem Matemática como um ambiente de aprendizagem, em que as práticas discursivas dos alunos ocorrem através dos espaços de interações (BARBOSA, 2007), faz-se necessário estimular as discussões reflexivas, utilizando as discussões matemáticas e técnicas como veículos para a análise crítica dos modelos matemáticos.

Desta forma, através da Modelagem Matemática os alunos interagem com conhecimentos matemáticos, seus usos e refletem de forma crítico-reflexiva sobre os mesmos a partir de diferentes contextos.

Nas situações comunicativas os discursos traduzem crenças, atitudes, valores e comportamentos que são compartilhados, o que gera a construção e formação de opiniões, relações entre identidades, práticas, idéias e conhecimentos (CHRONAKI E CHRISTIANSEN, 2005). Dessa forma, acredita-se que ocorra a resolução ou aceitação de alguns conflitos ou diferenças nas interações sociais dos sujeitos envolvidos.

Nesta direção, na visão sócio-cultural discursiva proposta por Lerman (2001) os seres humanos são constituídos a partir da linguagem e das práticas sociais, nos múltiplos ambientes onde crescem e interagem.

Conforme Vigotski (1998) a linguagem é um sistema de signos que tem função comunicativa, funcionando como uma forma de expressão, compreensão e comunicação social. A linguagem sofre uma transição de linguagem social para a linguagem interior. Dessa forma, o sujeito internaliza a linguagem e reorganiza uma função psicológica do plano interpessoal para o plano intrapessoal, essa transição dá origem a um processo psicológico novo, não é uma simples transferência do conteúdo externo para o interno.

Logo, não se espera que o indivíduo chegue a uma realidade objetiva das estruturas da matemática sozinho, ou seja, a partir da sua reflexão abstrata, mas sim a partir das interações sociais, tendo em vista que as práticas são constitutivas dos seus significados (LERMAN, 2001).

Como ilustração de atividade interativa nas séries iniciais, apresento os resultados de uma pesquisa desenvolvida por Barwell (2003) com alunos que estudam

inglês como língua adicional, no desenvolvimento de uma atividade de matemática. O objetivo do estudo foi investigar como acontece a interação comunicativa de aprendizes da língua inglesa através da resolução de problemas matemáticos, vale ressaltar que no ensino de uma língua estrangeira não é comum a inserção de atividades de Matemática.

Os achados deste mostram que a interação favoreceu a discussão matemática satisfatória para a resolução do problema proposto, ainda que tenha havido a limitação lingüística por parte de uma das participantes, visto que apesar das dificuldades com palavras, o gênero da narrativa e a estrutura em foco, foram criados padrões de atenção a partir das práticas discursivas que favoreceram o exercício do pensamento crítico e busca de resolução de problemas.

Por outro lado, a comunicação na sala de aula de matemática pode ocorrer através de uma relação de desigualdade entre professor e aluno caso seja instituído um ambiente de aprendizagem pautado no Skovsmose (2006) que chama de Paradigma do Exercício que apóia-se no absolutismo burocrático, em que é estabelecido de forma absoluta o que é correto e errado sem a explicitação dos critérios que norteiam tais decisões.

No entanto, ainda conforme Skovsmose (2006), ao se desenvolver o trabalho num enfoque diferenciado como os Cenários para Investigação, no qual a ação pedagógica, passa a ser organizada inicialmente por uma problematização, em seguida pelas discussões e por fim sistematizações. O papel do professor é, então, o de problematizar com os alunos e esses devem desenvolver uma postura crítica nas suas ações, interpretando e agindo nas diversas situações problematizadas.

Nesta direção são focados três aspectos em relação ao diálogo nas situações comunicativas. O primeiro aspecto é a realização de uma investigação, que deve transitar na zona de desenvolvimento proximal dos alunos, com as diferentes formas de pensar dos alunos sendo fontes de investigação. O segundo aspecto se refere a correr riscos que traduz o quanto imprevisíveis podem ser os diálogos no ambiente investigativo. E, por fim, é focada a promoção de igualdade que diz respeito às relações interpessoais nas situações comunicativas, pondo lentes na importância ao respeito à diversidade de idéias (SKOVSMOSE, 2006, p.123).

Nesta pesquisa o cenário escolhido é o da Modelagem Matemática, tendo como foco os discursos produzidos neste ambiente de aprendizagem.

## O CONTEXTO DA PESQUISA E AS OPÇÕES METODOLÓGICAS

No presente estudo os participantes foram uma professora e vinte e duas crianças, entre nove e onze anos de idade, em uma instituição particular de ensino em Feira de Santana, no interior da Bahia.

Os alunos desse grupo estavam trabalhando na área de Ciências Naturais com um projeto chamado “Corpo Ativo”, que tem como o objetivo possibilitar que as crianças percebam que o funcionamento do nosso corpo ocorre através da integração dos sistemas e que sofre interferência do meio externo.

Até então, os alunos haviam investigado, de forma detalhada, o sistema digestivo, respiratório e circulatório vinculado ao estudo das células, momento em que foram priorizadas as investigações sobre a temática: células-tronco.

Desde o início do estudo, as crianças demonstraram interesse e curiosidade em entender porque algumas doenças atingem sistemas específicos. No sistema digestório, por exemplo, direcionavam a compreensão do mesmo a partir da tematização sobre obesidade. No respiratório, a atenção em especial foram para o tabagismo e as alergias respiratórias. Já o circulatório, as crianças voltaram a retomar a obesidade só que vinculada aos problemas do coração (pressão arterial e infarto).

Quando foi iniciada a sistematização do estudo destes três sistemas, foi divulgada pela mídia local uma notícia que gerou muita curiosidade no grupo, cuja manchete do jornal se intitulava: “*Com apenas 35 kg, garota de 15 anos vítima de anorexia está fora de risco*”. Muitas crianças comentaram sobre o assunto. Um se referiam preocupadas com o caso. Outras, por desconhecerem o caso e o assunto, tratavam a menina anoréxica como alguém que agia com consciência em relação à recusa ao alimento. Outras ainda, perguntaram à professora se assim como a obesidade, a anorexia atingia alguns sistemas em específico.

No grupo de estudo, conduzido pela primeira autora deste artigo, com a professora dessa turma e as demais professoras que investigam a área de Matemática,

foram analisados os questionamentos e dúvidas dos alunos e sugerido a possibilidade da professora fazer o convite para que os alunos desenvolvessem um estudo a partir do ambiente da Modelagem Matemática. Primeiro porque surgiu de uma situação real e em segundo lugar porque foram geradas com vistas privilegiadas para o trabalho, contando com o interesse do grupo por causa dos estudos desenvolvidos no projeto “Corpo Ativo”.

A trajetória teórico-metodológica proposta partiu de uma abordagem qualitativa, para este estudo será possível focalizar através desta abordagem metodológica "a compreensão dos comportamentos a partir da perspectiva dos sujeitos da investigação" (BOGDAN E BIKLEN, 1994, p.16), correlacionada ao contexto do qual fazem parte, através das interações discursivas.

Para este estudo o investigador é um ator social da pesquisa e seu instrumento principal. A observação como técnica privilegiada do pesquisador se coloca “como técnica de pesquisa como modo de contato com o real, onde nos situamos, orientamos nossos deslocamentos, reconhecemos pessoas, emitimos juízos sobre ela. Portanto não é uma contemplação”. (LAVILLE E DIONE, 1999, p.176). É essencialmente um olhar atento. Para este estudo, a observação semi-estruturada contou com um plano de observação, adaptado as circunstâncias de sala de aula, que permitiu fazer uma ordenação dos dados e selecionar o que era mais pertinente ao objeto de estudo.

As observações tiveram como objetivo compreender os tipos de interações discursivas em sala e segue o seguinte roteiro, a saber: prática de modelagem, espaços de interações, rotas de modelagem que podem ser compostas como: discussões matemáticas, técnicas e reflexivas (BARBOSA, 2007).

A escolha da amostra foi intencional e os sujeitos escolhidos foi um grupo de quarta série do Ensino Fundamental com uma professora e vinte e duas crianças, entre dez e onze anos de idade, em uma instituição particular de ensino em Feira de Santana, no interior da Bahia.

Desse modo, procurou-se colocar em destaque alguns aspectos que caracterizam o modo como os alunos podem perceber a matemática através da Modelagem Matemática. Para tanto, as técnicas de coletas de dados foram realizadas a partir de observações em sala de aula com registros orais resgatados e transcritos através

de filmagens dos alunos e professores e registros escritos (trabalhos dos alunos, escritos em lousa pela professora, relatórios dos alunos) realizados no decorrer do trabalho em sala de aula, no período do trabalho de campo.

A característica deste estudo se aproxima do conceito de *design*, defendido por Lincoln e Guba (apud, Borba e Araújo, 2004, p.29): “*para eles, o design da pesquisa é emergente, ou seja, ele vai sendo construído à medida que a pesquisa se desenvolve e seus passos não podem ser rigidamente determinados a priori*”.

O caráter emergente do *design* da pesquisa que foi desenvolvida se mostrou flexível quanto às técnicas e observações, devido às mudanças e olhares, que seguiram a ordem naturalística<sup>3</sup>, sem estabelecer uma agenda rígida de pesquisa. No entanto, seguindo as orientações de Alves-Mazzotti (APUD BORBA E ARAÚJO, 2004) foi realizado um plano inicial, flexível, para não se perder, nos diversos aspectos que compõem o objeto e não sair do foco principal de estudo, que são as práticas discursivas no ambiente de modelagem matemática.

Para analisar os dados foi realizada a triangulação das técnicas (filmagens, relatórios dos alunos e prática docente), das observações do pesquisador em diário de campo e a comparação com as teorias trabalhadas. A partir da análise dos conteúdos das práticas discursivas, coletadas através das técnicas é subtraído de todo o material, as categorias de análise, que consiste em ferramentas nascidas do campo, que representa através de substratos o que queremos saber sobre o objeto de estudo.

No tipo de abordagem escolhida, essas categorias aparecem nos discursos e práticas dos alunos e professora. A partir daí, se fez necessário comparar, as observações do pesquisador e um retorno às teorias, confirmando a relação do objeto com a metodologia e o resultado das análises das categorias.

## **ANÁLISE DOS RESULTADOS: O AMBIENTE DE MODELAGEM MATEMÁTICA NAS SÉRIES INICIAIS**

A modelagem pode ser materializada no espaço de sala de aula, conforme Barbosa (2003), em três níveis: o primeiro trata da problematização de algum episódio

real, com os dados quantitativos e qualitativos sendo fornecidos pelo professor, sendo a investigação feita pelos alunos; no segundo nível o professor apresenta a problematização e as informações necessárias para a resolução são coletadas e investigadas pelos alunos e no terceiro nível ocorre a partir de um tema não-matemático, no qual os alunos são responsáveis pela formulação do problema, coleta e solução.

Neste estudo o trabalho foi desenvolvido de acordo ao segundo nível, visto que foi a professora que propôs a questão o material para o estudo foi coletado pelos alunos.

### **A matéria sobre anorexia como ferramenta para a prática discursiva na modelagem**

As crianças deram início ao estudo a partir dos seguintes questionamentos: “O que leva uma pessoa a recusar o alimento a ponto de adoecer e correr risco de morte? O que é anorexia? Qual a relação entre a medida de massa de uma pessoa e uma vida saudável?. A discussão foi iniciada, a partir de um fragmento da seguinte matéria que foi divulgada pelo periódico Tribuna Feirense:

#### *GAROTA VÍTIMA DE ANOREXIA AINDA SE ALIMENTA POR Sonda*

Feira de Santana está mais uma vez no noticiário nacional. Agora, por conta de um caso de anorexia nervosa, que atinge uma garota de 15 anos de idade. V.S.R. está internada no Hospital São Matheus desde segunda-feira, mas o problema teve origem há seis meses, segundo a mãe dela. A jovem está se alimentando por meio de sonda. Ela se recusa a se alimentar. Daí a necessidade do uso do aparelho. Segundo médicos que a atendem a adolescente, o seu estado de saúde é estável [...]. (autor JORGE MAGALHÃES, 07/06/2007).

#### *ESTADO É GRAVE, MAS PACIENTE PASSA BEM*

A diretora médica do Hospital São Matheus, Carmem Silvana Carvalho Freire de Aguiar, informou, na manhã de ontem, que o estado de saúde da jovem não era de risco, apesar de ser grave. Ainda se alimenta por sonda, na maior parte das vezes.

A médica releva que a única coisa que ela recebe oralmente é chocolate, e mesmo assim estava enjoada de tanto comê-lo. “Ela se recusa a comer, e o corpo também rejeita os alimentos, o que é normal, já que ela passou muito tempo sem se alimentar adequadamente”, detalha. O Grupo de Apoio Nutricional de Feira de Santana também acompanha e trata a menina.

---

<sup>3</sup> Segue orientação de ARAÚJO (2002, p. 29)



Ainda não se sabe quando ela vai deixar de ser alimentada com o aparelho. Isso vai depender da resposta do organismo ao tratamento. A médica acredita que a menor deve ficar por pelo menos uma semana internada. Ela tem feito muitos exames laboratoriais.

A diretora médica informa que para a altura dela, 1,57m, o peso mínimo deveria ser 45 kg o ideal é entre 50kg e 52 kg. A paciente está com 35kg. V. deve ficar no hospital até ganhar um peso razoável, resume[...]. (JORGE MAGALHÃES, 07/06/2007)

Como primeira fonte de análise levantamos as discussões dos alunos e professora, logo após a leitura, quando algumas crianças deram início a uma situação comunicativa, levantando questões como:

Cça<sub>1</sub><sup>4</sup>: - O sexo feminino quer ser modelo e terminam querendo ficar magras e aí comem menos ou não comem.

Cça<sub>2</sub>: - A anorexia tem haver com trabalho... as bailarinas também querem emagrecer.

Cça<sub>3</sub>: - A anorexia é um termo não muito certo, pois significa não sentir fome. Mas no caso de uma pessoa com anorexia ela sente fome só que se recusa a comer.

A professora questionou a partir da fala de uma criança:

Prof<sup>a</sup>: - Emagrecer significa comer menos ou não comer?

Cça<sub>4</sub>: - É a qualidade da alimentação que vai influenciar se vai emagrecer ou não. Alguém gordão faz uma dieta pensando na qualidade da alimentação.

Prof<sup>a</sup>: - A Cça<sub>4</sub> está dizendo que é necessário adequar a alimentação. Vocês sabem quais são os alimentos adequados e por quê?

Cça<sub>5</sub>: - As verduras, frutas, sucos... porque têm nutrientes.

Cça<sub>4</sub>: - Feijão e arroz também !

Cça<sub>9</sub>: - Menores de idade, crianças, até já querem fazer dieta, porque começam a se incomodar em ser chamada de gorda. Eu vi isso numa pesquisa.

Nas discussões das crianças são evidenciados os diferentes saberes que trazem para o espaço de sala de aula a partir de suas práticas sociais. Ao trazerem à tona seus conhecimentos sobre anorexia as crianças apresentam os significados que atribuem a ferramenta fornecida pela professora, que foi a matéria sobre anorexia. Nas discussões está demarcada a origem social das representações sobre anorexia, elaboradas histórica e culturalmente. Diante disso, a professora provoca outras interações discursivas, questionando sobre o motivo de até crianças quererem ser magras, trazendo suas leituras do contexto social:

Cça<sub>4</sub>: - Tem um padrão de beleza colocado pela sociedade. Hoje no Brasil é bonito quem é magro.

Prof<sup>a</sup>: - As mulheres ou os homens são mais incentivados a esse padrão de beleza?

Cças: - As mulheres.

---

<sup>4</sup> Cça significa criança.

Profª: O nosso peso é consequência somente da nossa alimentação?

Cça<sub>10</sub>: - Não, porque depende também do próprio funcionamento do organismo, como por exemplo, o funcionamento de alguns órgãos.

Neste momento as crianças começaram a trazer a interferência do meio social através de temas como: padrão de beleza no Brasil, os papéis sociais entre os homens e mulheres, o que implica em discussões sobre as relações sociais, o peso padrão e a saúde, o funcionamento do organismo, que são exemplos de representações explícitas e implícitas nos intertextos, presentes nas formas de manifestação dos pensamentos das crianças e professora.

### **Os diversos modelos matemáticos abordados na prática discursiva através do estudo sobre anorexia**

Nas discussões sobre como avaliar o peso de uma pessoa as crianças realizaram discussões técnicas (BARBOSA, 2006a), para tanto precisaram buscar informações através da leitura para a construção de um modelo matemático. Nas pesquisas identificaram um tipo de medida chamada de índice de massa corporal. Para mobilizar o grupo na discussão a professora retomou a reportagem no seguinte trecho: “A diretora médica do hospital informa que para altura dela 1,57 m o peso mínimo é de 45 quilos”.

Profª: - O que a gente pode fazer para descobrir se o nosso “peso” está adequado ou não?

A partir daí as crianças começaram através da investigação sobre o peso da garota anoréxica, a pensar e medir o seu próprio peso, tomando consciência de si e do outro e, relacionando realidade e modelo matemático.

Cça<sub>2</sub>: - Eu descobri que para saber se está adequado a gente multiplica a nossa altura por ela mesma e divide pelo nosso peso, aí a gente encontra o resultado tipo fração, número fracionário.

Profª: - A partir da fala da cça<sub>2</sub> queria fazer duas perguntas: o que ela está chamando de resultado?

Cça<sub>4</sub>: - Eu li. Isso é a massa corporal.

Cça<sub>2</sub>: - Isso é o IMC: Índice de massa corporal.



Aos poucos foram se questionando se o índice de massa corporal é padrão para todas as pessoas. Algumas achavam que sim já outras questionavam sobre o histórico de vida das pessoas (tem tendência a engordar ou emagrecer); quem nasce gordo pode ou não ser obeso o resto de vida? Estas indagações e, outras ainda levantadas as levaram a construir informações e acumular conhecimentos sobre a anorexia e como contraponto outra discussão, que foi sobre obesidade.

O resultado das aferições de peso, altura, IMC, as crianças perceberam que estavam com o peso fora do mínimo apresentados na tabela. Daí surgiu uma outra indagação: *estar com peso/tabela compatíveis nos fazem saudáveis?*.

A partir deste último questionamento, o grupo sentiu a necessidade de discutir com um profissional e interagir informações e representações com um fisiologista que esclareceu sobre esse assunto. O fisiologista deu início ao encontro com as crianças levantando as dúvidas com relação ao I.M.C., obesidade e anorexia. Durante a entrevista o profissional fez circular livros sobre os temas levantados.

Após a entrevista com o fisiologista, algumas crianças levantaram questões como: “*O que é OMS?*”. O especialista expôs que O.M.S. é uma sigla que significava Organização Mundial de Saúde e que esta é responsável em estabelecer alguns parâmetros para a saúde mundial e um deles era o índice de I.M.C. e o percentual de gordura saudável.

Neste momento as crianças realizaram discussões reflexivas sobre saúde mundial e o estabelecimento de índice e o focalizaram a discussão nas discussões técnicas, queriam compreender o modelo matemático do I.M.C.

Por isso, seguiram perguntando sobre a relação do I.M.C. e o percentual de gordura. Então foi discutido que o I.M.C. é um índice que mede a dimensão corporal, isto é, a área ocupado pelo corpo no espaço. E assim, foi relatado que este índice é muito usado em pesquisas de grandes populações pelo método ser de fácil acesso, necessitando apenas o peso e altura das pessoas.

Contudo foi apresentado que há algumas falhas, a saber: só deve ser usado em pessoas sedentárias que é o mais comum. Em pessoas que praticam exercícios físicos regularmente quando calculado o índice é classificado com sobrepeso, mas o sobrepeso



desta pessoa é de músculo o que é saudável. E as tabelas divulgadas pelos meios de comunicação geralmente são para pessoas adultas.

Após os esclarecimentos realizados entre crianças, especialistas e professora os alunos começaram a calcular o seu I.M.C. e o percentual de gordura, utilizando os seguintes modelos matemáticos pesquisados:

$$\text{I. M. C.} = \text{peso} / \text{altura} \times \text{altura}$$

$$\% \text{ GORDURA} = 1,21(\text{ dobra do tríceps} + \text{ dobra da supra escapular}) - 0,008(\text{ dobra do tríceps} + \text{ dobra da supra escapular}) \times (\text{ dobra do tríceps} + \text{ dobra da supra escapular})$$

(para crianças entre 9 e 10 anos)

$$\text{PESO EM GORDURA} = \% \text{ gordura} \times \text{ peso total} / 100 \text{ ( Protocolo Faulkner)}$$

Em seguida compararam os resultados com os índices encontrados nas tabelas dos livros pesquisados por eles, logo uma das crianças relatou: *“então nós não estamos muito abaixo do peso como pensávamos, porque esta tabela é para adultos e existe uma tabela para criança?”*.

A comparação dos dados foi realizada a partir de uma tabela infantil fornecida pelo fisiologista, que diferencia a criança por idade e sexo. Assim foi constatado que quase todas as crianças da sala estavam no índice saudável e não abaixo do peso. Ao perguntarem qual a relação do I.M.C. e o percentual de gordura; a resposta foi que não há nenhuma, visto que são dois métodos de estudos que medem coisas diferentes. O IMC identifica a dimensão corporal de uma pessoa e o estudo do percentual de gordura presume a quantidade de gordura subcutânea. A polêmica surge, pois que normalmente quem é sedentário e tem altos índices de I.M.C. também tem percentual de gordura elevado. As informações trazidas deixam as crianças inquietas. Uma delas questiona: *“Ha! então, se eu for uma pessoa forte meu I.M.C. vai ser alto e meu percentual de gordura pode ser baixo?”* Responde o fisiologista: *É isso mesmo!*

Nesta situação comunicativa o fisiologista atuou como fonte de pesquisa para as crianças que manifestaram no final do estudo produções de significados a partir da entrevista, construindo conhecimento próprio sobre o assunto, através de conclusões lógicas e permeadas de afirmações com conteúdo crítico-reflexivo.

Os conteúdos refletidos e apreendidos pelos alunos foram revelados, emergidos através dos relatórios produzidos pelos mesmos, que resgataram os assuntos que foram tratados e conclusões, o que permitiram a professora e a pesquisadora confirmação, que a interação dos alunos com a realidade e as práticas discursivas promovem aprendizagem. A seguir, podemos observar nos fragmentos de relatórios o que foi dito anteriormente:

[...] é bom você medir o seu I.M.C (Índice de Massa Corporal) fazendo sua altura vezes sua altura, dividido pelo seu peso, consultando a tabela para saber se está na média. Mas isso não serve para quando pratica esportes. (Cça<sub>20</sub>)

É bom lembrar que aprendi uma conta que se chama ICM (índice de massa corporal). Ela funciona desta maneira: multiplica a altura vezes a altura e divide o resultado pelo peso. É bom saber que esta conta não serve para todos, pois quem faz esporte ganha massa corporal. Mas não se assuste se fizer esta conta e olhar na tabela do médico, pois você pode estar com a altura um pouco acima e o peso também então esta pessoa está na média.

Com tudo isso aprendi que esta doença depende muito da vontade do paciente de querer melhorar, pois mesmo com tratamento o paciente pode ainda ficar magra (exageradamente). Pois para se curar desta doença o paciente precisa de ir um tempo para o psicológico até voltar ao normal (Cça<sub>4</sub>)

Nesta situação as práticas discursivas circularam a partir de discussões técnicas, através do cálculo do I.M.C e do percentual de gordura, além de consultas de tabelas, que auxiliaram as crianças na busca de modelos matemáticos para resolver o problema em questão

### **A análise das produções numéricas resultantes dos cálculos do IMC**

Através do acúmulo e expansão dos conhecimentos, os alunos começaram a refletir questões matemáticas propriamente. Todo o processo resultou na preocupação matemática como forma de entender a realidade trazida e analisada por todos os sujeitos da pesquisa. A partir daí um campo fértil se instaurou para o pensamento matemático, quando as experiências foram fluindo do campo e trabalhadas por alunos e professora, construindo conhecimento próprio sobre o assunto.



Nesta situação comunicativa os alunos realizam discussões matemáticas a partir dos resultados dos cálculos do I. M.C. e a professora apóia-se nas produções dos alunos para provocar a formulação dos próximos comentários.

A professora retoma no encontro seguinte a discussão refletindo sobre a questão dos números fracionários levantada pela Cça<sub>4</sub>: *“Quando a gente calcula o IMC da massa corporal, a gente pode encontrar um número que se encontre, por exemplo, da mesma forma que apareceu a massa corporal de Cça<sub>1</sub>?”*

*A professora pergunta: “você lembra Cça<sub>1</sub> quanto foi a sua massa corporal?”*

Cça<sub>1</sub>: -16,412592

O grupo inicia uma discussão se este é um número decimal ou fracionário.

Prof<sup>a</sup>: - A Cça<sub>4</sub> traz que o resultado é um número fracionário. O que você chama de número fracionário Cça<sub>4</sub>?

Cça<sub>4</sub>: - É um número que quando a gente divide na calculadora aparece vários 7. É um número que não é exato.

Prof<sup>a</sup>: -Me dê um exemplo Cça<sub>4</sub>.

Cça<sub>4</sub>: - Por exemplo 1,77777777

Prof<sup>a</sup>: - O que vocês acham disso?

Cça<sub>4</sub>: - Não é um número fracionário, na verdade, é um número decimal.

Neste momento instala-se um problema: Porque não é fracionário e sim decimal? A criança 9 arriscou pelos conhecimentos prévios a dizer que não era fracionário porque fração é 1/5, 2/10,....

A professora questionou se podiam transformar um número decimal em um número fracionário. A Cça<sub>9</sub> afirmou que era só tirar do 1,77777 alguns setes e ficaria 1,77.

Alguma crianças ficaram bem instigadas com a opinião da Cça<sub>9</sub>, discordando, mas sem muitos argumentos fundamentados. A Cça<sub>9</sub> afirmou ainda: *“1,77 tornou-se fracionário gente, porque não terminou o 7. O 1 seria o inteiro e 77 são 100 pedacinhos desse número.”*

A professora sugere que busquem informação nos livros didáticos disponíveis em sala. Os alunos se reúnem em grupo para tirarem a dúvida através das leituras. A professora solicita que pelo menos mais três crianças informem o seu I.M.C., para que tenham mais registros numéricos para a análise.

Cça<sub>2</sub>: - 17,526315

Cça<sub>3</sub>: - 19,22

Cça<sub>9</sub>: -16,415



A professora então traz mais uma vez para o grupo a fala das duas crianças, a da Cça<sub>4</sub> que levanta que esses números são fracionários e a da Cça<sub>9</sub> questiona que é um número decimal. Em seguida lança para a turma a questão: “*Vocês a partir das pesquisas que realizaram o que acham?*”

Cça<sub>5</sub>: - A gente descobriu que não é nem decimal, nem fracionário é uma dízima periódica.

O grupo neste momento se coloca em uma situação de risco (SKOVSMOSE, 2006), visto que iniciam um tipo de investigação matemática que não é comum nas séries iniciais, no entanto o ambiente de aprendizagem mostra-se favorável para a continuidade da situação.

Prof<sup>a</sup>.: -Você está afirmando que isso aqui não é um número decimal, nem um número fracionário, é uma dízima periódica? Por quê?

Cça<sub>6</sub>: -Oh! Dízima periódica é aquele número que não acaba em 16 ( se referindo ao inteiro de 16, 415), ele vai 41, aí ele vai 5... o livro explicou, um número que a dízima periódica pode ser 4, ela pode ser 1, mas, nesse aí pró, eu acho que são vários o 4, o 1, o 5.

Cça<sub>7</sub>.: - Pró eu sei o que ela quer explicar, é o período, pró ela tá falando ali não é da palavra dízima é da palavra período, por exemplo, no de Cça<sub>2</sub> ficou 22, é uma dízima periódica com período 2, agora sim, no de Cça<sub>1</sub> o 16,412592, não sei exatamente o período que apareceu.

Cça<sub>6</sub>: - Tem vários períodos.

Cça<sub>7</sub>.: -Só se juntar todos os números ou pelos intervalos, pode ser o período 412.592 ou pode ser do período 4, o período 1, o período 2, o período 5, o período 9, o período 2.

Prof<sup>a</sup>.: - Observem que isso acontece em dízima que o período é irregular, não segue uma regularidade.

Cça<sub>7</sub>.: -Deixa eu terminar, existe outros tipos de dízima. O de Cça<sub>2</sub> completou todo, pode ser que não seja do período 2, mas o 100 dividido por 3 dá 3,3,3 como só tem 3 depois da vírgula seria uma dízima do período 3.

Neste momento a criança traz uma representação equivocada das dízimas e o professor faz uma intervenção. Vale ressaltar que para que os alunos tenham uma experiência de modelagem autêntica, de acordo com Barbosa (2006b), não é adequado que o professor seja diretivo, mas sim que possa direcionar os caminhos para os estudantes baseados em suas próprias palavras.

No entanto, neste momento a professora acaba fazendo uma condução diretiva, inclusive dando ênfase a linguagem matemática consultada no livro.

Prof<sup>a</sup>.: -Só um minutinho... Presta atenção aqui no que ela está dizendo pra gente, 100 dividido por 3 estava com essa representação?

Cça<sub>7</sub>.: - Não, 100 dividido por 3 e não por 33.



Prof<sup>a</sup>.: Qual foi a representação que estava no livro?

É possível inferir que nas discussões matemáticas ainda esteja forte os procedimentos de intervenção pela professora pautados em uma concepção tradicional, pois nesta situação surgiu um imprevisto, com a discussão de um conteúdo matemático que não consta no currículo das séries iniciais. A professora não controla o fato de que nas rotas de modelagem os imprevistos se constituem em um desafio e que o professor deve atuar como um supervisor na prática discursiva, ou seja, não deve direcionar respostas prontas, a fim de que os alunos não se percam, neste caso, na discussão matemática (SKOVSMOSE, 2006).

Cça<sub>7</sub>.: - No livro não me lembro.

Cça<sub>8</sub>.: - Eu vi, mas não sei como é o nome que ficava um número em cima, passa um tracinho e um número embaixo.

Prof<sup>a</sup>.: - Você está se referindo ao que ela está me dizendo? (Pergunta a pró à Cça<sub>7</sub>) Que isso aqui (100/3), daria isso daqui (3, 3,3,3)?

Cça<sub>7</sub>.: - Não.

Prof<sup>a</sup>.: - Esse número aqui que você encontrou, divide aí para mim Cça<sub>7</sub>, 100 dividido por 3, como é que aparece na calculadora?

Cça<sub>9</sub>.: - 3,333

Prof<sup>a</sup>.: - Aqui representa o mesmo número?

Cça<sub>10</sub>.: - Pró, eu acho que não.

Prof<sup>a</sup>.: - Cça<sub>11</sub>, essas duas representações aqui representam um mesmo número?

Cça<sub>11</sub>.: (balança a cabeça dizendo que não).

Prof<sup>a</sup>.: - E para você Cça<sub>4</sub>?

Cça<sub>6</sub>.: - Pró, eu não tenho certeza, mas, na minha opinião, acho que sim.

Cça<sub>5</sub>.: - Acho que não, por que ali no 100 dividido por 3 é por que eu acho que é 3 centésimos, uma coisa assim; e no 100 dividido por 3 não representa o mesmo número.

Prof<sup>a</sup>.: - Representa o mesmo número, esse aqui (a pró circula o 3,333 e o 100/3) é o mesmo número.

Cça<sub>3</sub>.: - Pró, eu acho que é o mesmo número, porque a gente viu no livro, é que tinha esse aí, parece esse, 11 dividido por 5 igual a tchan, tchan, tchan. Eu acho que é para facilitar o cálculo, facilitar o número pró, tipo essa representação, para facilitar o número, pra não ter que botar 45, 45, 45.

As crianças realizaram as discussões neste momento matemáticas, recorrendo aos livros para compreenderem as produções numéricas no cálculo do IMC, com isso ainda que eles não tenham chegado ao conceito fizeram as primeiras aproximações.

Conforme Vigotski (2000) no processo de formação de conceitos é necessário o uso de signos ou palavras que constituem o meio pelo qual a criança resolve os seus problemas, pondo em evidência as operações mentais, o que gera a produção de sentido.

No presente estudo durante as práticas discursivas as crianças apresentaram a síntese dos estudos realizados e, nos registros numéricos produziram sentido a partir das suas ações e sistematizaram os seus conhecimentos. O que também pode ser retratado a seguir no fragmento do relatório de uma das crianças:

*Eu aprendi que as pessoas que tem anorexia nervosa, na maioria das vezes é por causa do emprego como modelo e bailarina.  
Também sei que as pessoas que tem anorexia são muito abaixo do peso. Por isso, muito magras. Acham que são gordas e por isso comem pouco alimento ou não comem.  
Colecionam várias receitas e gostam de profissões como garçone. Porém, elas cada vez mais que colecionam essa receitas menos elas comem. Acham que 1 g é um aumento de peso grave. Ou seja ela não quer engordar mas quer emagrecer.  
Aprendi que as dízimas periódicas são chamadas assim porque são dízimas que indicam período de algum número.(Cça7).*

Com isso, é possível observar que o ambiente de modelagem favorece a interação das crianças com os conhecimentos matemáticos a partir de situações reais, extrapolando, inclusive, os conteúdos propostos para as séries iniciais do Ensino Fundamental e gerando rotas de aprendizagens com as discussões matemáticas, técnicas e reflexivas.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise dos dados apontou que a Modelagem Matemática é um ambiente de aprendizagem que ao favorecer espaços de interações discursivas, pode propiciar a ampliação do repertório dos alunos em relação aos conhecimentos técnicos e matemáticos e o desenvolvimento de um pensamento mais crítico e reflexivo.

Sendo assim, esta investigação oportunizou a compreensão sobre o modo como alunos desde as séries iniciais do Ensino Fundamental interagem com os conhecimentos matemáticos na construção de modelos matemáticos para resolver situações propostas no ambiente de modelagem.

Desse modo, através das interações discursivas os alunos podem refletir sobre a matemática, o seu papel na sociedade, envolvidos com problemas reais, discutindo as suas idéias e a dos parceiros sobre no contexto social em que está inserido.

Portanto, os resultados mostram a relevância da inclusão da Modelagem Matemática como mais um ambiente de aprendizagem, para o trabalho com crianças, desde as séries iniciais do Ensino Fundamental, visto que na interação dos alunos com situações reais propiciada por esse ambiente, acontece a mobilização de variados conhecimentos, por meio de discussões técnicas, matemáticas e reflexivas, como as apresentadas na análise dos dados do presente estudo, ampliando, assim, o vocabulário, pensamentos e ações das crianças em sociedade.

Face ao exposto, levantamos a necessidade de serem desenvolvidos estudos sobre Modelagem Matemática em outros ambientes escolares desde as séries iniciais, especialmente nas escolas públicas, a fim de contribuir para o ensino e a pesquisa na área de Matemática em todo o sistema escolar.

### **Agradecimentos**

Gostaria de agradecer aos membros do Núcleo de Pesquisas em Modelagem Matemáticas (NUPEMM) pelas contribuições dadas no processo de revisão deste artigo.

### **REFERÊNCIAS:**

BARBOSA, J. C. *Modelagem Matemática: concepções e experiências de futuros professores*. 253 f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2001.

\_\_\_\_\_ Modelagem Matemática na sala de aula. *Perspectiva*, Erechim (RS), v. 27, n. 98, p. 65-74, junho/2003.

\_\_\_\_\_ Mathematical modelling in classroom: a critical and discursive perspective. *ZDM. Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, Karlsruhe, v. 38, n. 3, p. 293-301, 2006a.

\_\_\_\_\_ Teacher-student interations in mathematical modelling. In: Chris Haines; Peter Galbraith; Werner Blum; Shan Khan. (Org.). *Mathematical Modelling:*

education, engineering and economics. 1 ed. Chichester: Horwood Publishing, v. único, p. 232-240, 2006b.

\_\_\_\_\_ *A prática dos alunos no ambiente de Modelagem Matemática: um esboço de um framework*, 2007. No prelo.

BARWEL, R. Patterns attention in the interaction of a primary school mathematics student with english as an additional language. In: *Educational Studies in Mathematics*. Kluwer Academic Publishers. Printed in the Netherlands, p. 35-59, 2003.

BLUM, et. al., ICMI Study 14: applications and modelling in mathematics education – discussion document. *Educational Studies in Mathematics*, v. 51, n. 1-2, p. 149–171(23), 2002.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. *Investigação qualitativa em educação*. Porto: Porto Editora, 1994.

BORBA, M.C. E ARAÚJO, J.L. *Pesquisa qualitativa em Educação Matemática*. Belo Horizonte: Autêntica, 2004.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Matemática (1º e 2º ciclos do ensino fundamental)*. v. 3. Brasília: MEC/SEF, 1997.

CALDEIRA, A. D. . A Modelagem Matemática e suas relações com o currículo. In: *Anais da Conferência Nacional sobre Modelagem e Educação Matemática*, 2005 CD-ROM.

CHIZZOTTI, A. *Pesquisa em Ciências Humanas e Sociais*. São Paulo: Cortez, 2001.

CHRONAKI, A. E CHRISTIANSEN, I. M. Challenging perspectives on mathematics classroom communication: from representaciones to contexts, interactions, and politics. In: CHRONAKI, A. E CHRISTIANSEN, I. M. *Challenging perspectives on mathematics classroom communication*. Information Publishing, Unites States, 2005.

ENGLISH, L.D. & WATTERS, J. Mathematical Modelling with 9-years-olds. In: CHICK, H.L. E VICENT, J.L. *Proceeding of the 29th Conference of the Internacional Group for the psychology of Mathematics Education*, vol.2, p. 297-304. Melbourne: PME, 2005.

LAVILLE, C. E DIONNE, J. *A construção do saber: manual de metodologia da pesquisa em Ciências Humanas*. Porto Alegre: Editora Artes Médicas; Belo Horizonte: Editora UFMG, 1999.

LERMAN, S. Cultural, discursive psychology: a sociocultural approach to studying the teaching and learning of mathematics. In: *Educational Studies in Mathematics*. Printed in the Netherlands, 2001.

SKOVSMOSE, O. *Diálogo e aprendizagem em Educação Matemática*. Belo Horizonte: Autêntica, 2006.

VIGOTSKI, L.S. *A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos*. São Paulo: Martins Fontes, 1998.