Universidade de Brasília - UnB

Faculdade de Educação – FE

Programa de Pós-Graduação em Educação

Cristiana Guimarães Teixeira

Análise de produções de crianças do quarto ano revelando Criatividade na Educação Matemática.

Brasília

2007

Cristiana Guimarães Teixeira

Análise de produções de crianças do quarto ano revelando Criatividade na Educação Matemática.

Dissertação apresentada à Faculdade de Educação da Universidade de Brasília como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Educação, na área de Aprendizagem e Trabalho Pedagógico – magistério e processos de aprendizagem, sob a orientação do Professor Doutor Cristiano Alberto Muniz e a co-orientação da Professora Doutora Albertina Mitjáns Martinez.

Brasília

2007

Cristiana Guimarães Teixeira

Análise de produções de crianças do quarto ano revelando Criatividade na Educação Matemática.

Banca Examinadora

Prof. Dr. Cristiano Alberto Muniz – Orientador
Universidade de Brasília – Faculdade de Educação

Profª. Drª. Albertina Mitjáns Martínez – Co-Orientadora
Universidade de Brasília – Faculdade de Educação

Profª. Drª. Maria Terezinha Gaspar – Examinadora Externa
Universidade de Brasília – Instituto de Exatas

Prof. Dr. Renato Hilário dos Reis – Examinador
Universidade de Brasília – Faculdade de Educação

Profª. Drª. Erika Zimmermann – Examinadora Suplente
Universidade de Brasília – Faculdade de Educação

DEDICATÓRIA

À minha família: Deocleciano,
Teresa Cristina, Gustavo,
Eduardo, Helena e Anna Elisa.
Pelo amor, pelo apoio e pela
confiança.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador e pai acadêmico, Cristiano Muniz, por me aceitar, pelas maravilhosas orientações, pelas discussões, pelas oportunidades oferecidas, pelo exemplo de profissional, pelo carinho, pela atenção, pelas discordâncias (que me fizeram reelaborar constantemente o discurso para convencê-lo), pelo caminhar junto e pelo trabalho realizado;

À Albertina Mitjáns Martinez, pela doçura, pelo rigor acadêmico, pela competência, pela paciência e pelo exemplo de todos os dias;

À equipe da SBEM-DF: Terezinha Gaspar, Nilza Bertoni, Rui Seimetz, Carmyra, Erondina, Rocha, Sandra, Ana Porto, por proporcionar um espaço de discussão e compartilhamento do conhecimento que muito contribuiu com essa pesquisa;

Aos meus pais Deocleciano e Cristina, pela família, pelo apoio incondicional, por me ouvirem (minhas aulas diárias), pelo carinho, pela firmeza, pelos conselhos, pela orientação, pelo amor, pela paciência, pelas correções, pela dedicação, pela credibilidade e pelos sonhos. Essa pesquisa não seria possível sem vocês;

À minha filha, pelo caráter, pela alegria, pela verdade e pela coragem que me impulsiona todos os dias a dar mais um passo;

Aos meus irmãos Gustavo (*in memorian*), Eduardo e Helena, pela força, pelo amor, pela segurança, pela saudade, pelo alicerce e por acreditarem em mim;

À Rita, pelos conselhos, pelas indicações bibliográficas, pelo auxílio ao tema de pesquisa, pelos cheques pendurados e pelo carinho;

À Juliane e Ana Paula, pela ajuda constante, pelo carinho e pela atenção a mim e à “nossa” sala dos Mestrandos;

Às minhas amigas e companheiras de Mestrado: Ângela, Eliene, Elissandra, Ivone, Lady, Miliane, Tatiana, e Walkíria, pelo cuidado, pelas discussões e aprendizado, pelos momentos indescritíveis e belos que passamos juntas, valeu!

Aos amigos que caminham comigo desde a graduação: Alice, Ana Emília, Antônio, Bianor, Dani La Cava, Danizinha, Demy, Ellen, Flávia, Jaqueline, Ju, Laura, Leopoldo, Lorena, Luana, Marcela, Marco Antônio, Mayra, Michele, Patti, Rachel, Roberta, Sílvia, Sônia e Tati, por me ajudarem emocionalmente e intelectualmente em muitos momentos da minha vida;

Aos professores da Faculdade de Educação: Armando, Cristina Leite, Erasto, Erica Zimmermann, Inês Maria, Leila Chalub, Maria Helena, Renato Hilário, Solange e Stella Maris, pelas marcantes aulas, pelo carinho e pelo trabalho que vocês realizam nessa Universidade.

SUMÁRIO

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

RESUMO

Esta pesquisa teve como objetivo analisar indícios de Criatividade numa práxis de Educação Matemática, construindo, por meio das teorias e das produções das crianças, um conceito de criatividade relacionado à Educação Matemática utilizado verificado na análise de produção. Identificar na análise de protocolos a criança criativa e sua produção criativa e por fim, compreender a Criatividade na resolução de problemas matemáticos de crianças na terceira série do Ensino Fundamental. Este estudo identificou a expressão da criatividade na resolução de problemas matemáticos em sala de aula. Discutimos o que entendemos como Criatividade na Educação Matemática, para qual houve contribuições tanto de teóricos da Educação Matemática quanto da Criatividade no processo da aprendizagem. Este estudo optou por uma pesquisa qualitativa que nos direcionou a uma Pesquisa Participante necessária nas conversas que estarão sempre dialogando com as produções dos alunos. Trata-se da análise de protocolos das quais temos duas grandes categorias distintas que se apresentam: uma mostra a criatividade presente no procedimento de resolução de problemas, e outra a criatividade no registro da criança. Foram analisados nove protocolos que foram selecionados pelos critérios de novidade e valor dentro de uma comunidade matemática específica, a sala de aula. Tais análises objetivam fazer emergir os esquemas mentais que podem ser reveladores de procedimentos matemáticos inusitados em relação às expectativas do educador. Assim, tivemos como pontos de análise, a intuição presente na resolução do problema, as características do registro da criança, a autonomia do aluno e a percepção da professora com relação à criatividade e o interesse do aluno pelo fazer matemático. Tivemos como proposta a valorização das representações mentais, dos esquemas apresentados e das estruturas de pensamento criativas que aparecem desafiadoramente nas salas de aula, muitas vezes clandestinas em rascunhos e muitas vezes apagadas. Desta forma, adotamos uma linha metodológica que nos possibilitou desempenhar um papel ativo nos fatos observados e na aquisição dos registros que foram analisados aqui. Este nos propiciou uma melhor compreensão da produção dos sujeitos, assim como uma reflexão na construção de uma teoria que nos deu condições de um bom trabalho investigativo. Como resultado, concluímos que a presença da pesquisa teve um alcance contributivo e participativo dentro dessa comunidade. Identificamos as crianças criativas mediante a análise de protocolos dentro das suas produções, compreendemos e analisamos a Criatividade na resolução de problemas matemáticos. Aprendemos que a Criatividade na Educação Matemática trata-se de um conjunto de estratégias de resolução de problemas propostos em situação didática que possuem o caráter de novidade, são valorizados pela comunidade matemática e que são produzidos pela criança em um contexto de ações e reflexão subjetivos, em uma rede de sentidos, compreendidos na zona de desenvolvimento proximal.

Palavras chaves:
Educação Matemática, Criatividade, Séries Iniciais.

ABSTRACT

This research had as its objective to analyze indications of Creativity in praxis of Mathematical Education, constructing, by the means of the theories and the children's productions, a concept of creativity related to the Mathematical Education in the production analysis. To finally identify in the analysis of protocols the creative child and its creative production and, to understand the Creativity in the resolution of mathematical problems of children in the third year of Basic School. This study identified the expression of the creativity in the resolution of mathematical problems in classroom. We discuss what we understand as Creativity in the Mathematical Education, for which in such a way had contributions of Mathematical Education's theoreticians and the Creativity in the process of the learning. This study opted for a qualitative research that directed us to a necessary Participant Research in the conversations that will be always dialoguing with the pupils' productions. It's about the analysis of protocols of which we have two great distinct categories that are presented: one shows the current creativity in the procedure of problems´ resolution, and the other one the creativity in the register of the child. Nine protocols had been analyzed by the criterions of newness and value inside of a specific mathematical community, the classroom. Such analysis objectifies to make to emerge the mental projects that can be revealing of unusual mathematical procedures in relation to the expectations of the educator. Thus, we had as analysis' points, the present intuition in the resolution of the problem, the characteristics of the register of the child, the autonomy of the pupil and the perception of the teacher with relation to the creativity and the interest of the pupil for making mathematician. We had as proposal the valuation of the mental representations, the presented projects and the creative structures of thought that appear challengingly in the clandestine classrooms, many times in rough drafts and many extinguished times. Being so, we adopted a methodological line that allowed us to performer an active role in the observed facts and in the acquisition of the registers that had been analyzed here. This propitiated us a better understanding of the production of the citizens, as well as a reflection in the construction of a theory that gave us conditions of a good investigative work. As result, we conclude that the presence of the research had a contributive and participative reach of this community. We identify the creative children by means of the analysis of protocols of its productions, we understand and analyzed the Creativity in the resolution of mathematical problems. We learned that the Creativity in the Mathematical Education is about a set of strategies of problems' resolution considered in didactic situation that own the newness character, is valued by the mathematical community and are produced by the child in a context of subjective actions and reflections, in a net of directions, understood in the zone of proximal development.

Keys Words: Mathematical Education, Creativity, Primary School.

Apresentação

Calvin & Aroldo - Bill Watterson, 2001

Essa pesquisa originou-se de uma idéia. Uma idéia que parecia estar muito longe da realidade que eu conhecia. Era como estar descobrindo algo novo, mas como diz o Calvin, na tira acima, era como uma descoberta que eu tinha que dar um nome, melhor que isso, uma forma. Por meio da pesquisa, observamos que não era algo tão novo assim. Muitas pessoas que estudavam a Matemática já conversavam sobre a criação em Matemática. A placa que eu pensava não existir, já estava lá. Mesmo assim, não deixou de ser uma descoberta constante, pois todas as seções desse trabalho foram produzidas não só pela inspiração e transpiração de idéias, como também por muita discussão e reflexão. Na medida em que se desenvolvia, novas dúvidas se sucediam insistentemente. Essas dúvidas às vezes, seguravam o andamento do trabalho para que ele pudesse ser coerente sem sair dos seus objetivos, obrigavam-me a novas pesquisas. Dessa forma, esse trabalho não se finda nos resultados das análises, e sim, abre caminhos para novas reflexões e discussões que certamente virão.

Com as idéias, o trabalho foi tomando forma, começamos a ler todas as obras que poderiam nos auxiliar. Fomos selecionando autores e os agrupamos em grandes blocos, o bloco dos que falavam sobre a Matemática, o dos que falavam sobre Criatividade e o dos que falavam sobre a Criatividade na Educação. Entre os autores, buscamos aqueles que comungassem com a nossa linha de pesquisa, a respeito de vários temas, como a intuição, o fazer matemático, a resolução de problemas e etc. Ao final, pudemos até mesmo conversar com autores que refletem sobre a Criatividade na Educação Matemática. Assim, pudemos escolher nossa metodologia, para ir a campo de pesquisa e fazer uma análise que respondesse os nossos objetivos.

Desta forma, procuramos organizar este trabalho em seções que levassem o leitor à forma com que ele foi se constituindo. Iniciei o trabalho, buscando seu significado na minha história de vida, para que dessa forma eu pudesse organizar as questões que iriam nortear o trabalho, assim como os objetivos a que esta pesquisa se propõe. Na seção seguinte, organizamos os blocos por assunto, primeiramente organizando nossa concepção de Criatividade, com o auxílio de grandes autores, depois focalizamos a Criatividade na escola e por fim unimos elementos da Criatividade que pudessem nos abrir portas na Educação Matemática.

Com essas ferramentas teóricas, pudemos ir a campo de pesquisa, nesse caso, a seção seguinte trata da metodologia do trabalho, ou seja, da forma que nos propomos a trabalhar. Optamos por uma Pesquisa Qualitativa, identificamos nossos sujeitos e conseguimos um material rico para as nossas análises. Antes de apresentar o material para as análises, descrevemos como chegamos a eles, ou seja, quais eram as situações que geraram os protocolos que seriam apresentados, assim como apresentamos as categorias que serviram de análise.

Na quinta seção, fizemos uma análise dos protocolos que nos despertaram interesse, selecionados conforme nossa Fundamentação Teórica e Metodologia. Por fim, discutimos os resultados da Pesquisa, concluímos um conceito de Criatividade na Educação Matemática, observado na análise dos protocolos e fundamentado nas teorias escolhidas.

É importante ressaltar que temos dois grandes momentos empíricos neste trabalho. Um primeiro momento está na Fundamentação Teórica e outro está depois do momento das análises de protocolos. Isso se justifica pela natureza das produções das crianças que foram apresentadas.

Concluímos então, com a certeza de um trabalho que nos foi rico intelectualmente, e que também nos proporcionou uma nova reflexão teórica sobre os procedimentos matemáticos de crianças do quarto ano das séries iniciais.

Seção I – Introdução

1.1 Historicidade do Objeto de Pesquisa

Nasci em Brasília, a capital da esperança, das oportunidades e da diversidade cultural. Lugar nenhum, no meio do nada, sem história e sem passado. Nessa cidade, todo mundo era estranho, não havia um sentimento de pertença, de aconchego ou de lugar. Uma cidade de coordenadas, de perfeição geométrica, cheia de setores logicamente determinados.

Meus pais eram vizinhos e se conheceram embaixo dos blocos J e K na 104 Norte (em homenagem a JK, esses prédios são grudadinhos) que, para quem não conhece, são os prédios residenciais, suspensos por pilotis, de no máximo, seis andares. Estudavam na Universidade de Brasília, porém em cursos bem diferentes. Minha mãe fazia Letras e meu pai Economia. Casaram-se e eu nasci um ano e um mês depois. Com o dinheiro curto e numa terra de estranhos, o jeito era colocar-me na creche da UnB (Universidade de Brasília), já aos 3 meses de idade, pois não havia outra escolha. Comecei, então, minha história na Universidade. Sempre envolvidos no ambiente universitário, ainda se guardam as primeiras fotos e filmes super – 8, em frente à CreUnB, ao minhocão (prédio principal da UnB na época), à biblioteca e à Faculdade de Educação. A nossa casa só era aproveitada nos finais de semana em que meus pais não tinham nada para fazer na biblioteca... Enfim, uma infância bastante acadêmica. Aos dois anos, finalizava o período máximo de permanência na creche e fui para a primeira escolinha.

Minha infância foi recheada de dificuldades e de alegrias. Pais muito novos, enfrentando dias de estudo e trabalho, com uma criança perguntadeira (eu), que exigia muito deles, se desdobravam para conciliar tudo isso, da melhor maneira possível. Até que faziam um bom trabalho. Dessa forma, eles sempre deram muito valor aos estudos e, principalmente queriam poder proporcionar aos filhos, que tivessem melhores condições de ingressar em uma universidade pública, de preferência na UnB, tão cara a eles.

Muitos anos se passaram e já terminando o segundo grau, eu não sabia que curso escolher. A indecisão acompanhava todos na sala de aula, a incerteza da escolha que levaría-nos para o resto de nossa vida profissional. Pensei em todas as profissões, sabia apenas que gostava de crianças. Tentei o vestibular para Medicina. Quem sabe eu poderia ser pediatra: Não passei. O concurso era difícil e só o conhecimento que eu tinha, não era o suficiente. Foram muitos cursinhos pré-vestibulares e afinal decidi cursar Economia. Não fazia a menor idéia do que fazia um economista, mas meu pai era e amava sua profissão. Sempre falava com muito prazer da sua época de aluno universitário. Entrei para o curso e comecei cheia de expectativas. Tudo, porém, parecia distante, utópico, e até ambicioso demais. Cedo me desencantei, pois o curso tinha muitas matérias que nem sabia para que serviriam no futuro, enfim, sentia-me perdida. Mesmo tirando boas notas, não me identificava com nada, nem com as matérias relativas à Administração, à Contabilidade nem à Economia. Decidi largar tudo e recomeçar. Queria uma profissão que me desse prazer, alegria, que me fizesse ter vontade de buscar coisas novas, de ir além. Como eu já era mãe, e me interessava por assuntos relativos à Educação, fiz vestibular para Pedagogia.

Bingo! Era tudo o que eu queria. Entrei para um curso apaixonante, no qual eu mudei completamente de foco, tudo o que havia aprendido anteriormente. Estudava Max Weber agora, com um propósito, via as conecções de Karl Marx por outra perspectiva. A Educação era mais que um sonho ou uma lista de números e uma série de gráficos, tinha uma essência importante, uma magia que me impulsionava e me fazia ser diferente todos os dias. Ao chegar das aulas, eu descrevia os “melhores momentos” à minha família, todos os dias. Escolhi a dedo os professores que gostaria de ter, os que minhas colegas diziam ser os mais competentes e os que comungavam com minhas próprias idéias... Voltei à Universidade que conhecia desde os três meses de idade, o lugar da minha infância, cheio de pequenos desafios que permeavam a minha história. O lugar em que estive nos primeiros momentos da minha aprendizagem e que agora voltava para acompanhar-me e conduzir-me, em mais um momento de desenvolvimento.

Iniciei minha formação como pedagoga, na Universidade de Brasília, em Julho de 2000. Na universidade, muitos professores falavam que as escolas, muitas ainda nos moldes tradicionais de educação, iriam sofrer uma reforma, ou seja, uma nova proposta e que esta se iniciaria dentro da universidade. O idealismo do construtivismo, as novas perspectivas e o esforço em modificar a educação, estavam em todos os setores. Os PCN's, as propostas da Secretaria de Educação, as reformas dos livros didáticos, enfim, toda uma estrutura voltada para o ensino se modificou para atender essa nova concepção de escola.

Na minha casa, as conversas giravam em torno dessas novas perspectivas. Tendo um irmão na Engenharia Mecatrônica e outro na Física, entendi que os profissionais agora, têm um novo perfil para o mercado de trabalho. Toda essa mudança começou a fazer sentido para mim, quando meu irmão mais novo, comprou um livro: *Física divertida* (2000). Muitas foram as piadinhas que me levaram a uma reflexão: Afinal? O que pode haver de divertido na Física? É claro que algo ligava todas essas perguntas e novas expectativas: a Criatividade. Interessei-me, então por algo que não tinha pensado antes. Surgiram as primeiras questões, as primeiras inquietações que levaram a esta pesquisa.

Ao ler alguns artigos a respeito de algoritmos "novos" (Muniz, 2004 e Kamii, 1985), em oficinas e laboratórios de matemática, muito me interessei em saber se aí estava a criatividade, ou ainda, se nesse contexto poderia se constituir o ser criativo. As representações mentais, os esquemas, as estruturas de pensamento inovadoras, que têm um valor social, aparecem desafiadoramente nas salas de aula, clandestinas em rascunhos e muitas vezes apagadas devido a modelos pré-determinados pelos "cientistas". No entanto, nem essa formação tradicional, de seguir modelos matemáticos para se resolver problemas, é capaz de moldar pensamentos, únicos e subjetivos. Assim, pensar matematicamente seria desenvolver o pensamento divergente. A Criatividade então se revela no sujeito dentro de sua história de vida, de suas relações com a sociedade e com o próprio conhecimento matemático. Nessa perspectiva, algumas escolas modificaram seu olhar diante do ensino, se propondo a formar sujeitos "asas", ou seja, independentes, criativos, únicos, em condições de voar sozinhos. Mas algo de interessante também ocorre nas escolas que não têm essa visão. A criatividade também aparece lá. Na fala das crianças, nos registros, nas carteiras e nos esquemas mentais.

Assim, cresceu em mim, um desejo de entender como essas relações se davam, as perguntas existiam e as respostas estavam longe do alcance do curso de graduação. Resolvi então fazer o Mestrado. Quem sabe assim, eu conseguiria responder às minhas dúvidas, que eram tantas e tão complexas.

Ao perceber que as inúmeras novas teorias sobre uma formação mais voltada às diferenças individuais, não estava sendo colocada em prática, mesmo nas escolas que se diziam construtivistas, o objetivo de meu desejo foi tomando essa direção. Por ter feito minha graduação em uma Universidade Pública, sentia-me no dever de retribuir, de fato, à sociedade que contribuiu com minha formação, mostrando resultados e buscando participar na construção de uma educação escolar melhor.

1.2 Questões

As perguntas relativas às motivações que levam ao pensamento divergente tornaram-se cada vez mais fortes, ampliando-se e modificando-se. No início, havia uma semelhança de idéias entre o divertimento e a criatividade. Seria realmente essa diversão que movia a criança em direção ao conhecimento, ou ela simplesmente criava independentemente do prazer? Será que era possível brincar com os números? Qual o domínio de conteúdo, se é que este existe, é necessário para flexibilizar o pensamento de forma a proceder com os números, rompendo regras e barreiras formais? Como os professores reconhecem e validam, em sala de aula, o fazer diferente, como uma resposta criativa a determinados algoritmos matemáticos encontrados?

Muitas perguntas que irão nortear esse trabalho, no entanto, talvez nem todas possam ser respondidas. Nesse caso, iremos nos deter em alguns objetivos que poderiam responder à parte essencial neste primeiro momento. Muitos de nós, mestrandos, assistimos às defesas de qualificações nas quais os examinadores sempre perguntavam: Você não acha que seu projeto é ambicioso demais? Ou seja, temos tantas perguntas inquietadoras, que nossos projetos tentam abraçar mais do que o tempo de Mestrado permite. Mais que uma pesquisa de dois anos consegue alcançar.

Desta forma, os objetivos foram amplamente discutidos e delimitados pelos que chamamos de parceiros de pesquisa. Orientadores, professores, colegas, pais e todos aqueles que olham para diversos lados e pensam neste trabalho. É com prazer que recebemos as críticas, sugestões, e até notinhas de papel passadas com anotações do tipo: “Li este livro e achei tão relevante para a sua pesquisa...” É assim que este trabalho foi construído, com a grandeza das observações de muitas pessoas que desejaram contribuir com o seu enriquecimento.

É importante esclarecer que, durante o desenvolvimento deste trabalho, algumas vezes escrevo na primeira pessoa do singular e em outras, utilizo a primeira pessoa do plural. Isso se justifica porque, em muitas ocasiões, contei com a colaboração de pessoas que estiveram participando de alguma forma dessa pesquisa.

1.3 Objetivos

Objetivo Geral

Analisar indícios de Criatividade numa práxis de Educação Matemática.

Objetivos Específicos

- Identificar na análise de protocolos a criança criativa e sua produção criativa;
- Compreender a Criatividade na resolução de problemas matemáticos de crianças no quarto ano do Ensino Fundamental;
- Construir um conceito de criatividade relacionado à Educação Matemática utilizado no contexto da análise de produção matemática;

Seção II – Fundamentação Teórica

"1 sorvete + 1 sorvete
Na verdade é igual a 1 sundae
Mas vejam bem em qual vocês se metem
Pois se sujar são vocês quem lambem
1 + 1 somando direitinho
Não dá 2, dá um casalzinho
2 vezes 2 não é legal ser 4
Pois 2 é bom e tendo mais é chato
Ô há há há
Ouçam o mestre malucão
Pois na verdade a matemática
É só usar a imaginação ô ô ô
Ô há há há
Números voam até Plutão
Pois a criatividade
É o resultado da operação"
(Eduardo Dusek)

Posso dizer que este trabalho é fruto de uma história interessante. Recentemente, resolvi organizar todas as minhas pastas. Essas pastas contêm todos os textos fotocopiados utilizados nas disciplinas do curso de Pedagogia, além dos trabalhos produzidos por mim durante o período de graduação.

Ao elaborar o projeto de qualificação do Mestrado, descobri então que eu estive em vários momentos dialogando comigo mesma, de onde vem esse interesse a respeito da criatividade durante minha trajetória acadêmica. Realmente não me veio nada além do que eu já relatei na historicidade do objeto de pesquisa. Mas durante a reorganização das minhas pastas, eu redescobri algo surpreendente, que ressurgiu como uma explicação para essas questões - Meu Projeto de final de curso da graduação em Pedagogia: "O Senso Comum e a Criatividade na Formação do Professor". Quando eu escolhi o professor que me acompanharia durante os Estágios 1 e 2 – disciplinas obrigatórias, realizadas ao final do curso - optei por realizá-los na área de Filosofia, juntamente com um Projeto que estava sendo desenvolvido na UnB. Chamava-se Filosofia para crianças, (hoje, Filosofia com as Crianças). Minha professora/orientadora, Juliana Merçon, sempre me deixou muito livre para desenvolver um bom trabalho.

Foi aí que iniciei, na Escola Normal de Sobradinho, um trabalho semanal com uma turma de normalistas do terceiro ano do ensino médio. Meu trabalho era voltado para questões acerca da reprodução da mesmice. Falamos sobre Platão e a Alegoria da Caverna, sobre o filme Matrix, e sugeri, então, atividades que as fizessem perceber como a escola reproduz de forma sutil, às vezes, coisas sem sentido. No início, foi muito complicado, pois havia muitas meninas e poucas participavam da aula. Não creio exatamente que Filosofia fosse a matéria preferida delas. No entanto, a Filosofia quando se torna acessível, dá voz ao aluno. Mas o que quero aqui, exatamente, não é falar do ensino de Filosofia na escola, mesmo sendo de extrema importância, mas da relação entre esta pesquisa e o trabalho realizado.

Depois de trabalhar o poema:

<u>A mesma lição</u>

O mesmo sol
A mesma árvore
A mesma casa
O mesmo gato
De fato
Aprendemos a lição

O mesmo gato
A mesma casa
A mesma árvore
O mesmo sol (dado)
Nós – contingente bem treinado
Ensinamos a mesma lição

A mesma árvore
O mesmo gato
O mesmo sol
A mesma casa
Nós – mentes rasas
Perpetuamos a lição

A mesma casa
O mesmo gato
O mesmo sol
A mesma árvore (infantil)
E o futuro do Brasil
Terá a mesma lição.

Professor Eurípedes Rodrigues (sem data)

Começamos a discutir sobre as implicações da mesmice e a importância - na Educação - do pensamento criativo e do trabalho pedagógico criativo. O mais interessante é que eu não tinha a mínima idéia do que era de fato a Criatividade e sem querer, eu estava utilizando o conhecimento do senso comum, por ironia do meu trabalho.

No currículo do curso de Pedagogia, havia três habilitações: Magistério para Início de Escolarização, Orientação Educacional e Ensino Especial. Enquanto alunos, poderíamos escolher até duas habilitações, uma a escolher no início do curso, e outra a qualquer tempo. Desde o início, eu fazia as matérias tanto na habilitação em Magistério, quanto em Ensino Especial.

Terminei inicialmente a habilitação em Magistério, continuei na área de Ensino Especial e fui fazer meu estágio no Hospital Universitário. Num contexto que exigia minha alma, minha alegria, minha paciência e minha criatividade. Minha alma, pois eu recentemente tinha perdido meu irmão com câncer e havia muitas crianças nesta situação na ala da pediatria cirúrgica; - Minha alegria, pois eu queria fazer deste ambiente, um lugar prazeroso para as crianças; - Minha paciência para lidar com a dor, o desespero de algumas mães, a inabilidade de outras; e minha criatividade, pela tentativa em realizar um trabalho pedagógico sem recursos financeiros, num atendimento personalizado às crianças e na busca de uma integração das mães que por tanto tempo ficavam simplesmente olhando para a televisão. Por um ano eu me dediquei ao Hospital Universitário de Brasília - HUB, e me apaixonei pelo trabalho do pedagogo na área de saúde.

Compreendi que de certa forma, há muito tempo e sem perceber à época, estou explorando a Criatividade em diferentes ambientes educacionais, com situações completamente diferentes. É como se ela sempre estivesse presente no meu trabalho e, tenho certeza, de que é aonde eu realmente me realizo emocional e profissionalmente.

Desse modo, é mais do que um desejo eu compreender a Criatividade, é a essência da minha busca durante tanto tempo, que eu não sou capaz de dizer desde quando, pois a cada dia descubro momentos em que ela esteve sempre presente, instigando-me.

Para este trabalho, mais uma vez a Criatividade se manifesta, como tema. Desta vez, na Educação Matemática. Mas isto também tem uma história. Na disciplina de Matemática 1 (graduação em Pedagogia), o professor Cristiano Muniz, hoje meu orientador, mostrou para nós, algumas produções matemáticas das crianças de uma escola onde havia um Projeto de Re(educação) Matemática. Eu não sabia exatamente como era o Projeto, mas sabia que em conseqüência dele, os pesquisadores (entre eles orientandos do professor em Iniciação Científica e Mestrado), eram capazes de identificar que as crianças tinham uma forma especial de resolver problemas. Sem entender ainda a real dimensão do que aquilo significava, eu pensava: - “Puxa, como essas crianças são criativas!” Depois de algum tempo, essas produções viraram parte de um artigo:

> “Nosso último caso é o de Maria, portadora de necessidades especiais, pois é surda. Esse caso nos foi trazido por dois colegas professores de 5ª série, pois junto às divisões Maria trazia uma produção matemática de difícil compreensão. Por exemplo, tomemos o protocolo seguinte:
>
> 24 : 3 = 8
> Onde aparecia junto a seguinte estrutura:
>
> 9-1
> 9-1
> 3-1
> 7+1=8
>
> A produção matemática de Maria possui duas estruturas fundamentais: primeiro o registro do seu algoritmo espontâneo traduzindo seus esquemas mentais, e, segundo, o registro exigido pela escola, enquanto produto cultural. Maria lança mão inicialmente de seus esquemas pessoais, traduzindo-os em forma de algoritmo matemático (situação a - didática) para então cumprir com as regras do contrato didático imposta pelo professor.
>
> Ora, analisando vários protocolos de Maria (os professores tinham dificuldade de comunicação com ela por não dominarem a linguagem de surdos-mudos) descobrimos que o algoritmo escrito por Maria traduzia fielmente seu pensamento operatório sobre as quantidades numéricas formando agrupamentos:
>
> 24 = 10+10+4, onde buscando grupos de 3
> 10 = 9 + 1 = 3X3 +1
> 10 = 9 + 1 = 3X3 +1
> 4 = 3 +1,= 1X3 +1
>
> 7 grupos de 3, mas restando 3, mais 1 grupo de 3, total, 8 grupos de três e

Muniz (2006 p.160,161)

Meu encanto não foi à toa. Eu havia percebido que muita coisa se poderia dizer sobre a produção matemática das muitas Marias, e uma delas era a que respondia às minhas perguntas: - Será que essas produções poderiam ser consideradas realmente criativas?

2.1 – Criatividade: Uma construção teórica necessária

Ao pensar em um estudo sobre Criatividade, geralmente nós tendemos a traçar um caminho cronológico, para chegar ao ponto que queremos. No caso desta pesquisa, procuramos teóricos nos dessem pistas de elementos que pudessem nos ajudar a compreender os conceitos de Criatividade. Assim, apresentamos uma série de autores que mostram a própria “evolução” do nosso conceito de Criatividade, ou seja, da forma em que nós construímos esse conceito.

Trata-se de uma escolha seletiva por compatibilidade de idéias. Alguns livros despertaram em mim um interesse enorme, quase uma paixão pelas teorias apresentadas e discutidas. Percebi que essas leituras poderiam explicar as idéias intuitivas ou empiricamente constituídas, observadas nas produções dos alunos e assim corroborar as minhas conclusões.

É importante elucidar que não nos utilizamos apenas de livros como alicerce da construção deste trabalho. Estamos falando de uma série de outros envolvimentos que contribuíram: disciplinas realizadas antes e durante o Mestrado, conversas e discussões que aconteceram na Sala dos Mestrandos.

Falar em criar, pressupõe uma ação do sujeito na produção de algo novo e valoroso (Mitjáns Martínez 1997, 2002). Entendemos então, que o ato de criar em Matemática está relacionado a uma grande atividade mental, de pensamento, de idéias.

Muitas vezes uma idéia iluminada é referência simbólica de Criatividade. Hume (1748/1992) fala sobre a gênese do conhecimento humano, a produção e a associação de idéias. Para ele, criar está associado à “faculdade de combinar, de transpor, aumentar ou de diminuir os materiais que nos foram fornecidos pelos sentidos e pela experiência” (p. 70). Nisso consiste o espírito criador.

Poincaré (1905/2000) nos seus estudos mostra a relevância da intuição para a matemática. Em alguns textos, ele relata fatos que marcam momentos em que a criatividade resulta de caminhos aos quais a intuição é essencial:

> “Já tive oportunidade de insistir sobre o lugar que a intuição deve guardar no ensino de ciências matemáticas. Sem ela, os jovens espíritos não poderiam iniciar-se na inteligência da matemática; não aprenderiam a amá-la, e só veriam nela uma logomarquia; sem a intuição, sobretudo, jamais se tornariam capazes de aplicá-la.
> Mas hoje, antes de tudo, é sobre o papel da intuição na própria ciência que eu gostaria de falar. Se é útil ao estudante, ela o é mais ainda ao cientista criador”. (p.20)

Isso nos faz pensar na hipótese de que, dentro da Matemática, a intuição e a criatividade caminham juntas, e é nesse sentido que ressaltamos a importância da intuição na resolução de problemas, para o nosso trabalho.

Ainda o que se torna importante nos estudos de Poincaré é o percurso que ele faz em relação às ciências, à importância dada ao rigor e à intuição. Para ele, a Matemática (especialmente a Geometria) nasceu da intuição. No entanto, a intuição não pode dar o rigor exigido e necessitou da lógica para a credibilidade em si mesma:

> “A Análise pura põe a nossa disposição uma quantidade de procedimentos cuja infabilidade ela nos garante; abre-nos mil caminhos diferentes, onde podemos nos embrenhar com toda confiança; garantem-nos que não encontraremos obstáculos neles;(...)”. p.21

Podemos dizer que o autor não está preocupado apenas com o rigor que a Matemática exige, mas sim com as possibilidades que essa ciência é capaz de mostrar, a partir da compreensão das suas regras, e assim evoluir criativamente por meio da intuição:

> “Se os senhores assistem a uma partida de xadrez, para compreender a partida, não lhes bastará saber as regras da marcha das pedras: Isso lhes permitiria apenas reconhecer que cada lance foi jogado em conformidade com aquelas regras, e essa vantagem realmente teria pouco valor. Entretanto, isso é o que faria o leitor de um livro de matemática, se ele fosse apenas lógico. Compreender a partida é algo inteiramente diferente; é saber por que o jogador avança determinada peça ao invés da outra, que poderia ter movido sem violar as regras do jogo. É perceber a razão íntima que faz dessa série de lances sucessivos uma espécie de todo organizado. A *fortiori*, essa faculdade é necessária ao próprio jogador, isto é, ao inventor”. (p.20-21)

Assim, Poincaré compreende que:

> "A lógica e a intuição têm cada uma seu papel necessário. Ambas são indispensáveis. A lógica, a única que pode dar a certeza é o instrumento da demonstração: a intuição é o instrumento da invenção". (p.21-22)

Muitos teóricos, além de Hume (1739/1992) e Poincaré (1905/2000) entendiam a criação como uma associação de idéias onde não havia uma ligação aparente, fruto de uma intensa atividade mental, que, depois de algum tempo, tinham a possibilidade de se constituir em algo novo.

Devemos entender que, para este processo de "iluminação", não só havia a necessidade de se estar muito envolvido com a situação, como também a constatação de que a intuição estaria sempre presente, pois o caminho a ser escolhido, muitas vezes determinava qual tipo de resposta seria mais adequada ao problema. Isso significa dizer que a Criatividade era o produto novo de uma situação, a partir da intuição, que mostrava o caminho a seguir através de um intenso trabalho.

Puchkin (1969) retoma as idéias de Hume e Poincaré e acrescenta:

> "A fim de descobrir uma saída para essa situação, deve o homem criar uma nova estratégia de ação, isto é, concretizar um ato de criação. Contingência como esta é, normalmente, denominada um problema ou uma situação problemática, ao passo que o processo psíquico que, ao auxiliar sua solução, elabora uma nova estratégia que se mostra como algo inédito, é designado como pensamento criador ou, para usarmos a terminologia que nos vem de Arquimedes, *atividade heurística*. (p. 8)".

Assim Puchkin utiliza a *Heurística* (ciência que estuda as constantes da atividade do pensamento criador) para compreender principalmente os processos de resolução de problemas.

Pensamos então, qual seria a relação entre *Heurística* e Criatividade. Acreditamos que há algo a mais na caracterização da Criatividade, que não somente os aspectos levantados por Hume e Poincaré. Seria muito ingênuo pensarmos que, por exemplo, a Criatividade na Educação Matemática dependeria simplesmente de uma associação de idéias relacionadas aos sentidos, à intuição e às experiências prévias. Mas essas teorias já nos trazem avanços entre a *Heurística* e o que simplesmente chamamos, no senso comum, de criatividade. Puchkin mostra que a *Heurística*, "é uma atividade que leva à solução de um problema atípico (p. 18)". Este estudo busca compreender como se processa tal atividade, quando a criança está mergulhada na situação matemática. Temos a hipótese então, que a

Criatividade se expressaria no produto da *atividade heurística*, ressaltando-se que nem toda a *atividade heurística* produz um resultado criativo, mas toda a expressão da Criatividade passa por processos semelhantes à *Heurística*, e à intuição.

Ponomariov (1987) justifica a importância da intuição como fator imprescindível na atividade criadora, quando mostra que, em situações-problema onde o conhecimento que se tem não é suficiente para a resolução da situação, a intuição é o grande diferencial. Isso não significa que o primeiro caminho, guiado pela intuição leva a uma solução, mas que pode ocorrer em alguma das muitas tentativas e re-elaborações do problema em si.

Isso para nós é muito relevante, pois temos a noção construída pelo senso comum de que, por exemplo, a descoberta da Lei da Gravidade por Isaac Newton foi ao acaso, Ao observar a queda de uma maçã, Newton descobriu algo que era inimaginável para a época. Os insucessos muitas vezes não aparecem na história da Ciência. Sabemos que Newton trabalhava muito para explicar a queda dos corpos (Rival, 1997), pois nessa época se acreditava que objetos celestes possuíam um movimento "natural" e objetos terrestres deveriam tender a cair.

Para ele, a explicação de Aristóteles - até então única verdade aceita e estabelecida na época -, não era suficiente. Newton apoiou-se nos "ombros de Galileu", que já estudara o movimento dos corpos. A lei da Gravidade foi um resultado de anos de pesquisa, e ainda é considerada de alto valor científico porque realmente provocou uma mudança qualitativa na Física.

Podemos perceber que Inteligência e Criatividade são processos mentais diferentes. Na teoria das inteligências múltiplas, Gardner (1985/1994) retoma a discussão acerca dos dons e propõe:

> (...) formulei uma definição do que chamo de uma "inteligência". Uma inteligência é a capacidade de resolver problemas ou de criar produtos que sejam valorizados dentro de um ou mais cenários culturais. (...), introduzi, então, oito critérios distintos para uma inteligência e propus sete competências humanas que preenchem basicamente esses critérios. (introdução)

Notamos que a definição de inteligência de Gardner tem aspectos semelhantes ao conceito de Criatividade, revisado até este momento. Com a diferença de que, quando ele coloca na frase – a capacidade de resolver problemas "ou" de criar produtos que sejam valorizados dentro de um ou mais cenários culturais – indica para nós que nem toda a resolução de problemas pode ser considerada como criativa.

A partir dessa compreensão, Eysenck (1999) nos leva a uma outra dimensão na discussão a respeito da Criatividade. Seu texto tem o objetivo de apresentar formas de mensuração da Criatividade. Para isso nos dá uma definição de Criatividade semelhante ao que já vimos, mas com alguns pontos de análise presentes em sua obra que nos são importantes:

Em primeiro lugar, o autor revela que a Criatividade tem um tempo próprio. Concordamos, pois a Criatividade é considerada um alto valor social e para isso, deve ter o aval da comunidade em questão. De certa forma, parece bem fácil concordar que, se não há o reconhecimento da sociedade em atribuir um valor a determinada produção, ela não será vista como novidade. Em alguns casos, artistas só são tidos como criativos muito depois de sua morte, em uma outra época, sob um outro olhar e um novo paradigma. Nesse sentido a produção para ser tida como criativa necessita de uma validade social.

Outro ponto importante é o de que um alto quociente de inteligência não garante um sujeito criativo. Ainda hoje, a Criatividade na Educação é confundida com o desempenho exclusivamente escolar e acadêmico. Nesse sentido, a criança criativa não poderia ter um baixo rendimento. Analisando a validade do segundo ponto que ressaltamos, temos a certeza de que podemos encontrar produções matemáticas criativas em crianças que possuam um excelente desempenho escolar, mas as notas altas não nos garante uma produção criativa. Mesmo por que, em muitos casos, o desempenho na Matemática está relacionado com a fidelidade na seqüência dos processos, ensinados em sala de aula, através das explicações do professor e da mecanização, realizada por meio da resolução de infinitos problemas semelhantes.

Alencar e Fleith (2003), pesquisadoras brasileiras de teorias sobre a Criatividade, apoiando-se nas teorias do investimento de Stemberg, do Modelo Componencial de Criatividade de Amabile e na Perspectiva de Sistemas de Csikszentmihalyi, sintetizam que:

> “(...) embora o indivíduo tenha um papel ativo no processo criativo, introduzindo novas combinações e variações, é essencial que se reconheça também a influência dos fatores sociais, culturais e históricos na produção criativa e na avaliação do trabalho criativo. A fim de se obter uma visão mais ampla do fenômeno criatividade, devemos levar em consideração a

> interação entre características individuais e ambientais, as rápidas transformações na sociedade, que estabelecem novos paradigmas e demandam soluções mais adequadas aos desafios que surgem, e o impacto criativo na sociedade. Lembramos que, para se estimular a expressão criativa na escola, no trabalho ou em outro contexto, é necessário preparar o indivíduo para pensar e agir de forma criativa, bem como planejar as intervenções nesses contextos a fim de estabelecer condições favoráveis ao desenvolvimento da criatividade." (sem página)

Este fragmento, conclusão do artigo, nos leva a pensar em muitas questões. A primeira faz referência aos três grandes campos relacionais que para elas, promovem a Criatividade: o indivíduo, o ambiente e a sociedade – meio cultural em que o sujeito está inserido.

Será que podemos dizer que na mesma situação (ambiente e sociedade promotores de criatividade), dois irmãos (gêmeos) serão necessariamente criativos? Será que as características personológicas da Criatividade, associadas às interações entre ambiente e sociedade promotores de criatividade, poderiam garantir um indivíduo criativo?

Para buscar essas respostas, precisamos aqui, ter a consciência de que a Criatividade é algo muito complicado, não é fato nem processo. Que não se finda no próprio conceito. Temos então, a necessidade de nos apropriarmos de alguns conceitos que vão tornar possível e completar a compreensão da Criatividade humana. São eles: Subjetividade e Sentido.

Para González Rey (2003) as representações sociais (RS) têm um papel importante na constituição da subjetividade do indivíduo:

> "As RS representam as formas organizativas do espaço simbólico em que as pessoas se desenvolvem. A realidade aparece para as pessoas por meio das RS e dos diferentes discursos que formam o tecido social, mediante os quais os sujeitos individuais, implicados em um determinado espaço social, configuram o sentido subjetivo das diferentes esferas de suas vidas, e produzem significações em relação a si mesmo e aos outros". (p. 126)

Nesse aspecto o autor deixa claro que a cultura por si, não define o sujeito, e configura que o desenvolvimento não é um processo estritamente externo ou interno ao sujeito, mas que se constitui no sentido em que o sujeito dá às relações simbólicas, do contexto sócio-afetivo, quando define sentido subjetivo como:

> "a unidade inseparável dos processos simbólicos e as emoções num mesmo sistema, no qual a presença de sentido subjetivo representa uma definição ontológica diferente para a compreensão da psique como produção cultural. A integração de elementos de sentido, que

> emergem ante o desenvolvimento de uma atividade em diferentes áreas da vida denominamos configurações subjetivas (1995).” (p. 127)

Se entendermos que para González Rey (2004) “o desenvolvimento humano é um processo integral que acontece em torno de sistemas de sentido subjetivo da pessoa (p. 19)”, compreendemos que a Criatividade faz parte desse desenvolvimento, e que não poderia se configurar em outro espaço relacional, que não fosse o de sentido.

Observamos então, que no próprio desenrolar deste trabalho, verificamos concepções que têm pontos semelhantes e que avançam significativamente. São alguns deles: o papel da intuição, da lógica, do esforço mental no processo de produção de idéias criativas, do lugar do social no desenvolvimento de processos criativos e agora da indissociabilidade do sujeito nos processos de sentido e significação.

Assim Mitjáns Martinez (2004) nos mostra que:

> “Dentro da perspectiva da subjetividade desenvolvida em um marco histórico-cultural, a criatividade não é uma potencialidade humana com a qual nasce, senão um processo complexo da subjetividade humana que se constitui a partir dos espaços sociais de vida do sujeito.” (p. 85)

E afirma ainda que:

> “O sentido subjetivo como produção simbólica e emocional do sujeito constitui a via pela qual o outro participa da ação criativa” (p. 88)

Chegamos enfim ao ponto onde nos interessa: um espaço social que participa desse complexo desenvolvimento da subjetividade humana – a Escola.

2.2 – A Criatividade no contexto educacional

Sabemos que mesmo num espaço social como a escola, a Criatividade se revela dentro de diferentes micros-espaços que o constituem. Temos em cada segmento, expressões significativas de criatividade: no trabalho pedagógico, na aprendizagem escolar, na produção do conhecimento, nas áreas de conhecimento e na produção das crianças. Esta última é o primeiro foco da nossa investigação: a Criatividade na produção matemática dos alunos na resolução de problemas.

Poderíamos entrelaçar todos em uma rede complexa de espaços relacionais de sentido que constitui o que chamamos de escola, mas nossa pesquisa nos leva a entender a importância da Criatividade para a produção da criança. Deixamos claro de que todos os espaços sociais participam da produção da criança, através dos sentidos subjetivos que permeiam esses espaços.

Concordamos com Mitjáns Martinez (2006) quando afirma que:

> “(...) a criatividade no processo de aprendizagem escolar implica operações e estratégias que se caracterizam pela transformação personalizada dos conteúdos a serem aprendidos, processo no qual emergem sentidos subjetivos que de forma recursiva “alimentam” o processo de aprender criativamente” (p. 90)

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (1997) indicam como um dos objetivos do Ensino Fundamental, que os alunos sejam capazes de:

> “questionar a realidade formulando-se problemas e tratando de resolve-los, utilizando para isso o pensamento lógico, a criatividade, a intuição, a capacidade de análise crítica, selecionando procedimentos e verificando sua adequação.”

Analisando essa proposta, à luz do que vimos ser promotor de criatividade, e a associando aos sentidos subjetivos presentes no desenvolvimento, podemos afirmar que as já arraigadas concepções da Escola sobre criatividade e atividade crítica, não correspondem ainda ao valor que estas implicam na produção da criança. Podemos dizer também, que em nossa cultura, professores buscam fórmulas prontas para se desenvolver as “habilidades cognitivas criativas” nos alunos, propostas pelos PCN’s.

Durante a realização do III EBREM (Encontro Brasiliense de Educação Matemática - 2006), eu e a professora Elissandra Almeida, coordenamos uma oficina cujo assunto era a divisão nas séries iniciais. Ao mostrar produções de crianças que estavam na terceira e quarta séries do ensino fundamental e ao refletir sobre a produção matemática criativa destes alunos, confirmamos a hipótese de que as professoras esperam sempre por modelos de ensino. Muitas perguntavam de que forma elas poderiam descobrir o que estava por traz das produções das crianças. Mais do que isso, elas supunham que as “descobertas” observadas na pesquisa da Elissandra Almeida (2006) poderiam servir de modelo para que elas reconhecessem a criatividade dentro da sala de aula.

Modelos e teorias sempre permearam a atividade pedagógica. Propor um quadro de objetivos de habilidades e competências como as dos Parâmetros Curriculares Nacionais, não garantem, na nossa sociedade, que professores estejam implicados nessas questões. Arrisco-me a dizer que muitos nem sequer se deram ao trabalho de ler quais eram os objetivos do ensino fundamental. Normalmente o que “guia” os professores em suas atividades pedagógicas são o próprio livro didático e suas experiências enquanto aluno.

Considerando esses aspectos, o que poderíamos dizer da Criatividade num contexto educacional? Lembramos de quando entramos na escola para realizar a pesquisa. Os professores sempre ligavam a Criatividade como restrita às aulas de Artes e me mostravam os trabalhos de desenho e pintura, produzidos pelas crianças. Não queremos desconsiderar aqui, o valor do trabalho artístico, mas não podemos deixar de ressaltar que a Criatividade permeia a escrita de textos, a argumentação de fatos históricos, as relações entre conceitos da geografia, e as produções em matemática, sempre que associadas à resolução de problemas, comunicação e expressão.

Wechsler (2002) retrata uma triste realidade, de que a escola é um local para tirar boas notas e passar para o ano seguinte, sem que o conhecimento seja para o aluno, significativo e prazeroso. E quando se tem alunos criativos seus colegas rapidamente os reconhecem, mas os professores quase nunca sabem onde estão ou consideram suas produções criativas como erro ou desvio do padrão. Há pouco tempo, em uma defesa de dissertação acerca da Criatividade no Ensino Superior (Amaral, 2006), observamos que a pesquisa mostrava exatamente essa questão. Quando a pesquisadora perguntava aos professores de diferentes áreas se naquele curso, no caso, a Medicina, havia algum estudante criativo, a resposta era assustadora: Não há como ter alunos criativos em um curso que, se não formata o aluno antes de sua entrada pelo vestibular, ela o faz no decorrer do curso. Ainda bem que os professores estavam errados.

Mitjáns Martínez (2002) entende que:

> “A solução inovadora de problemas, a capacidade de problematizar a informação recebida, as perguntas interessantes, a elaboração própria do conhecimento, a curiosidade, o

> estabelecimento de relações, às vezes remotas, mas pertinentes, são formas de expressão da criatividade no processo de apropriação de conhecimentos que devem e podem ser estimuladas no contexto escolar". (p. 192)

Isso nos leva a refletir a própria prática pedagógica, pois acreditamos que, teremos maiores possibilidades de encontrar crianças criativas se pudermos favorecer uma aprendizagem significativa. O que mais uma vez não significa que a ação pedagógica criativa irá garantir um desempenho criativo do aluno, pois o processo de aprendizagem desse está em redes de sentido que são completamente subjetivas e, portanto, longe de estratégias metodológicas *a priori*.

> "(...) em nosso trabalho sobre criatividade no contexto escolar, temos encontrado alunos que aprendem de forma criativa em contextos escolares tradicionais e com professores que não se caracterizam pela criatividade no seu trabalho pedagógico. Por outro lado, encontramos professores que realizam um trabalho pedagógico com um alto nível de criatividade e obtêm resultados satisfatórios na aprendizagem e no desenvolvimento de seus alunos; porém sem significativos avanços no processo de criatividade na aprendizagem" (Mitjáns Martinez, 2006, p.91).

Essa questão relativa à qualidade da prática pedagógica é realmente difícil e irá depender de muitos outros pontos de análises para que possamos associá-la à produção criativa do aluno. No entanto, este não é ainda o nosso foco, mas irá permear todo o trabalho, pois consideramos de extrema relevância no contexto que iremos realizar a pesquisa.

Entraremos, pois, no último item deste capítulo, o qual se refere à área do conhecimento que nos interessa para a pesquisa.

2.3 – A Criatividade na Educação Matemática

Historicamente constituída, a Matemática é a disciplina de maior índice de reprovação. Senso comum? Também. O fato é que às vezes a gente acha que existe mais do que uma Matemática: Aquela que nós dominamos no nosso cotidiano, e outra, que precisamos para "resolver problemas" na sala de aula.

Carraher (1988) nos mostra claramente a diferença entre essas duas "matemáticas", quando analisa os motivos pelos quais crianças que dominam as ferramentas básicas da Matemática no seu dia-a-dia, muitas vezes não conseguem aplicá-la nas avaliações escolares. Para tanto, diferencia as matemáticas em Matemática como ciência e Matemática como atividade humana:

> "Ao nível de sua organização como ciência, na matemática somente são aceitáveis provas por dedução. No entanto, a matemática não é apenas uma ciência: é também uma forma de atividade humana. Ao nível da atividade humana, a construção da matemática não é realizada necessariamente pelas "leis" da lógica. Uma descoberta em matemática pode, na verdade, ocorrer por indução, sendo o processo de prova posterior. A prova teria, para o indivíduo neste caso, não uma função de criação de novos conhecimentos, mas de demonstração de algo já descoberto; para a comunidade científica, no entanto, a prova mereceria o *status* de "novidade" ou "descoberta"." (p. 12)

Podemos dizer, depois dessa introdução, que a matemática enquanto atividade humana teve um início incerto, mas de aproximadamente 50.000 a.C. (Eves, 2002, p.25). Tiveram-se daí, períodos de evoluções diferentes, dependendo muito das necessidades de cada povo que a utilizava. Apenas é certo, que eram ferramentas para contagem, soma e subtração (perdas e ganhos), previsões de estações climáticas, delimitações de terra, enfim, o homem foi construindo e reconstruindo as primeiras noções da Matemática como uma ferramenta precisa e culturalmente importante.

Eves nos mostra que, foi por meio de Tales (600 a.C) e Pitágoras (540 a.C) que surge a Matemática tal qual entendemos hoje:

> "(...) a matemática, no sentido moderno da palavra, nasceu nessa atmosfera de racionalismo e em uma das novas cidades comerciais localizadas na costa oeste da Ásia Menor". (p. 94)

Podemos perceber que a Matemática é uma construção humana, que assume forma de ciência pela formulação de questões fundamentais em torno dela (Eves, p.94), assim como a Retórica, e a Filosofia.

Podemos supor que essas questões fundamentais nortearam o próprio desenvolvimento da Matemática pura. Neste momento, as questões que, *a priori*, não tinham respostas, exerciam uma necessidade de investigação, apropriação de novas ferramentas, assim como de criação. Acredito que, no próprio pensar matemático e na demonstração de fórmulas, abriam-se caminhos para outras questões, em níveis cada vez mais complexos. Isso significa dizer, que o conhecimento matemático passou por grandes períodos de elaboração, de criação e de recriação.

Sabemos, portanto que a resolução de problemas sempre foi o fator motivacional da matemática. Para os povos antigos, a Matemática não era ensinada separadamente das outras áreas da ciência, pois não existiam estudantes de disciplinas, mas de problemas, e os problemas não respeitam fronteiras.

Com a separação das ciências e a universalização do ensino (Valente, 2004), a matemática foi tomando corpo único. Desdobrou-se em grandes áreas: Aritmética, Álgebra, Geometria e Análise. Por volta de 1850, os livros de Matemática começaram a ser massivamente impressos, acarretando em uma maior acessibilidade às pessoas que desejassem estudá-la. Enfim, se tornou uma linguagem de propriedade pública. Assim a matemática foi se tornando cada vez mais acessível, no entanto, parecia ainda reservada para poucos, pois era considerada muito difícil.

Como toda a ciência, a Matemática provavelmente deve ter passado por períodos de dormência dentro da própria comunidade científica. Podemos supor que havia inovação mas não havia realmente Criatividade. Resta-nos saber se a Criatividade alguma vez foi vista como importante na construção dessa ciência, durante seu desenvolvimento.

Relevante a este trabalho, Kant (in Meneguetti, 2003) foi o filósofo que deu uma atenção especial ao ensino da Matemática, onde entende a intuição como fator importante na construção de conceitos matemáticos, ou seja, a experiência por si só, não conduz à formação de conceitos, está atrelada à intuição. E à lógica

Sabemos que Felix Klein e Henri Poincaré (in Valente, 2004) foram grandes filósofos que valorizavam a intuição como elemento de extrema importância na criação e recriação da Matemática:

> “Já tive oportunidade de insistir sobre o lugar que a intuição deve guardar no ensino de ciências matemáticas. Sem ela, os jovens espíritos não poderiam iniciar-se na inteligência da matemática; não aprenderiam a amá-la, e só veriam nela uma logomarquia; sem a intuição, sobretudo, jamais se tornariam capazes de aplicá-la.
> Mas hoje, antes de tudo, é sobre o papel da intuição na própria ciência que eu gostaria de falar. Se é útil ao estudante, ela o é mais ainda ao cientista criador”. (Poincaré, 1905-2000 p.20)

Porém não podemos dizer que a lógica não têm seu papel importante quando concordamos com Poincaré que afirma:

> "A lógica e a intuição têm cada uma seu papel necessário. Ambas são indispensáveis. A lógica, a única que pode dar a certeza é o instrumento da demonstração: a intuição é o instrumento da invenção". (p.21-22)

Sabemos também que Arquimedes (c. 287 – 212 a.C), um dos maiores matemáticos da história (Simmons, 1949/2002) se destacava não apenas por sua inteligência e seu trabalho, como também pelos relatos muitas vezes cômicos de sua vida, que mostravam a intuição sucedida pela Criatividade.

Na Europa, essas discussões acerca da Educação e por sua vez da matemática, geraram congressos e grupos de análise do ensino, sendo representados por matemáticos de diversos países desenvolvidos e em desenvolvimento. Destes congressos, foi criado o Imuk, com a finalidade de verificar como andava o ensino nos mais diferentes países, fazer uma avaliação geral para apresentar propostas de melhora, se houvesse necessidade e a discussão de sugestões. No congresso seguinte, foi verificada, através dos relatórios, a deficiência do ensino no âmbito geral. Com as mentes fervilhantes de idéias e propostas, educadores e pensadores apontavam soluções que eram analisadas, com vistas a corrigir as deficiências detectadas.

Foi assim que Roxo (Valente, 2004), professor de Matemática do então importante Colégio Pedro II no Rio de Janeiro, propôs uma reforma no ensino da disciplina, baseado nas idéias de Felix Klein e Henri Poincaré. Desta reforma, alguns aspectos se tornaram relevantes, como a unificação da Aritmética, da Geometria e da Álgebra em apenas "Matemática", o que causou grandes polêmicas e opiniões contraditórias entre seus colegas mais tradicionais.

Sua proposta compreendia também, em eliminar alguns conteúdos que havia nos compêndios (uma forma de enciclopédia da ciência em questão), e adequar os conteúdos relevantes ao nível de desenvolvimento e maturação das crianças e dos jovens aprendentes:

> "Do mesmo jeito que a humanidade não criou de súbito a matemática em sua forma logicamente cristalizada, não pode o indivíduo aprendê-la pronta e acabada, para desse modo adquirir uma nova faculdade – o raciocínio". (Roxo, 1924 apud Valente, 2004, p.154,155)

Vendo então que estes compêndios não mais atendiam à realidade da modernização matemática, criou o que chamamos hoje de livros didáticos, adequados às séries escolares e aos níveis de ensino. A Educação Matemática de

Klein foi definida como: a Matemática (ciência) aplicada à educação e suas respostas. Foi essa idéia de Kline (in Valente, 2004) trazida para o Brasil por Roxo e podemos inferir que a partir daí se configurou o primeiro sentido de Educação Matemática no Brasil.

Como se percebe claramente dentro da própria história da matemática, é por meio dos problemas relacionados à didática, ao ensino e à aprendizagem que construímos e re-construímos visões e estratégias na área de Educação. Assim, a área de Educação Matemática se preocupa com as questões de aprendizagem matemática e seu ensino, assim como a Psicologia, Antropologia e Pedagogia que têm, como objeto de trabalho, a questão de construção do conhecimento e os desafios inerentes à sua aprendizagem pelo ser epistêmico.

Pesquisadores e professores de Matemática têm se unido cada vez mais, como exemplo relatado nos escritos de Kamii (1985, 1993, 1995, 2005), no intuito de entender as necessidades de reformulações curriculares e didáticas escolares, para que essas atendam às perspectivas dos alunos, pais e sociedade, visto que a "disciplina" em si tem se mostrado um obstáculo na aprendizagem escolar (Kline, 1976).

Nos trabalhos de Kamii as atividades que correspondem ao fazer matemático ganham um elemento a considerar: a ausência inicial de modelos de procedimentos para a resolução dos problemas. Isso faz com que as crianças se proponham a descobrir a Matemática por intermédio da intuição, da formulação de idéias e do entendimento da própria linguagem matemática, observamos que o trabalho com situações-problemas tem aspectos semelhantes ao projeto desenvolvido por Muniz (2004).

Muitos são os trabalhos sobre esse assunto, suas possíveis causas e conseqüências, mas não é exatamente sobre o fracasso escolar acentuado pela dificuldade com a disciplina Matemática que queremos abordar neste trabalho, e sim as implicações da própria história da Matemática na constituição do sujeito matemático.

Considerando a Matemática como um campo onde o pensamento reflexivo é de extrema importância, Kline (1976), em uma análise sobre o ensino da Matemática moderna, vê os entraves do rigor da própria disciplina, no contexto escolar quando diz:

> "Ouvi professores queixarem-se de que muitos estudantes, especialmente engenheiros, desejam que lhes digam como fazer os processos que pedem que aprendam e que depois querem que devolvam. Mas os professores que apresentam a formulação lógica porquanto ela evita tais dificuldades como ensinar descobertas, levando os estudantes, a participarem num processo construtivo, explicando as razões para procederem de um modo ao invés de outro, e procurando argumentos convincentes, são mais dignos de censura que os estudantes que desejam evitar a idéia de pensar e preferem apenas repetir mecanicamente os processos aprendidos". (p.172)

É evidenciada na fala do autor, uma caracterização do ensino da Matemática, baseada na repetição, de forma que exemplos e demonstrações seriam muito bem vistos socialmente. Não só bem vistos, como até necessários. A crítica que faz Kline é da Matemática não ser compreendida pelos alunos, como uma disciplina que leva o sujeito a desenvolver o raciocínio, a flexibilizar o pensamento... A criar.

Notamos que dentre os filósofos matemáticos, a Criatividade é muito presente, mas arrisco-me a dizer que, para muitos matemáticos puristas, ela não é bem aceita. Fato este que pude perceber quando, conversando com alguns professores e alunos do curso de Matemática, acharam interessante o fato de eu estar procurando "uma agulha em um palheiro".

Talvez encontremos uma maior flexibilidade quando nos referimos à Educação Matemática:

> (...) é um pro-jeto humano que se lança nas possibilidades de o homem ser mundano e temporal, compreendendo as relações matemáticas e os objetos matemáticos percebidos no mundo-vida e expandindo-os criativamente ao utilizá-los na ação interventiva no cotidiano vivido. (Bicudo, 1999, p. 31)

Nestas palavras, Bicudo mostra, sob uma outra visão, a importância do conhecimento matemático, modificado agora, por uma série de transformações qualitativas que aconteceram no desenvolvimento desta ciência, não descartando o rigor, mas ampliando o conceito trazido por Roxo.

Cabe aqui, ressaltarmos que a Matemática não pode ser vista como uma ciência que avança linearmente, e muito menos que suas questões trazem necessariamente uma inovação por meio de sua "evolução". Bachelard (1968) quando fala sobre a "Mecânica Não-newtoniana" nos mostra que na Física, também não podemos fazer essa relação ao caracterizar as relações gerais do espírito científico newtoniano e do espírito científico einsteiniano:

> “Não há, portanto, transição entre o sistema de Newton e o sistema de Einstein. Não se vai do primeiro ao segundo acumulando conhecimentos, redobrando os cuidados nas medidas, retificando ligeiramente os princípios. É preciso, ao contrário, um esfôrço de novidade total.” (p.44).

Podemos afirmar, com base nessa afirmação de Bachelard, de que a forma de organizarmos este trabalho não deve ser interpretada como uma ciência que avança devido à análise de conceitos anteriores, pois assim, dificultaria até mesmo a Criatividade nas ditas ciências exatas.

Dentro dessas abordagens, a criatividade aparece sorrateiramente, mas com forte impacto na literatura. Halmenschlager (2001) mostra que não é apenas no desenvolvimento da ciência, que as pessoas criam quando diz:

> “Para Frankestein (idem, pp. 186-7), quando os estudantes criam e recriam para si mesmos os conhecimentos matemáticos e reexaminam suas concepções, passam a ver aspectos matemáticos no interior de outros conhecimentos que já possuem ou delineiam questões matemáticas relacionadas com seus conhecimentos”. (p.33)

É importante o que autora se refere, pois as reflexões acerca da Matemática não estão apenas nos laboratórios e nas mãos de cientistas e matemáticos, mas nas produções de alunos, nas associações com conhecimentos anteriores, nas criações dos sujeitos.

No entanto, quem poderia então ser matemático?

Chevallard e cols. (2001) fizeram uma análise a partir de algumas entrevistas, no intuito de compreender o ensino e a aprendizagem matemática, onde aparecia um diálogo que discutia o que significava “ser matemático”. Nessas discussões, havia uma professora (provocadora) e um aluno da primeira série do secundário, ou seja, equivalente ao primeiro ano do ensino médio. O diálogo transcorre com a pergunta: pode um aluno ser um matemático? Os argumentos e as observações de ambos fazem do pensar juntos, uma bela análise: O professor de matemática nem sempre é um matemático. Para ser um sujeito matemático, ele necessariamente deveria estar em atividade, ou seja, na explicação de um conteúdo, em uma resolução de um problema que envolvesse uma estrutura matemática ou até mesmo na correção de uma tarefa escolar de matemática.

No entanto, depois de algumas discussões, entendeu-se que o aluno, quando está elaborando uma resposta para uma situação problema que envolva estruturas matemáticas, também é um ser matemático, ou quando, por exemplo, o professor pede para o aluno auxiliá-lo na correção dos deveres de casa, atribuindo uma responsabilidade, este também é um ser matemático. O autor entende que, nem todas as necessidades matemáticas são didáticas, isso significaria que qualquer um pode ser um ser matemático, a partir do momento que tem a capacidade de manipular objetos matemáticos para resolver problemas, sejam escolares ou cotidianos.

Piaget (1970) entende as crianças como seres matemáticos quando diz que:

> “Ora não obstante a irreverência que se possa haver em comparar-se a um matemático e uma criança, é difícil negar-se que exista algum parentesco entre esta contínua construção intencional e refletida de operações sobre operações e as primeiras sínteses ou coordenações inconscientes que permitem a construção dos números ou das medidas, das adições ou multiplicações, proporções, etc”. (p.172)

Compreendemos então, que encontrarmos “seres matemáticos” nas séries iniciais, ou seja, crianças que “fazem matemática”. Para entender o que diferenciaria uma atividade comum de uma atividade matemática, voltamos a Chevallard e cols. (2001). Para esses autores, fazer matemática implica em utilizar ferramentas matemáticas para resolver problemas. No entanto, não é qualquer resolução de problemas. Em um exemplo dado no livro, criou-se uma situação problema que envolvia o conceito de divisão.

Neste problema, quando a criança representa a divisão apenas distribuindo os objetos, não teríamos um fazer matemático, mas se a criança mobilizar algarismos, procedimentos, e compreender os resultados sabendo interpretá-los, isso sim seria fazer matemática.

Compreendemos hoje a Educação - Ciência social aplicada – e a Matemática – Ciência exata – como formadoras de um único campo de conhecimento: Educação Matemática - Ciência culturalmente estabelecida e em constante desenvolvimento, que diverge tanto em objetivos de uma – Matemática – quanto da outra – Educação.

Podemos então, a partir dessa discussão, observar o próprio movimento da Educação Matemática enquanto ciência e enquanto linguagem social. Desde as contribuições da escola francesa, temos consideravelmente uma enorme produção de teorias relevantes ao estudo da didática da Matemática, da aprendizagem Matemática, assim como da ciência Matemática.

Desta forma, queremos aqui a colaboração que se torna parte importante desse movimento de estudos. No Brasil, Ubiratan D'Ambrósio (in Muniz, 2001) nos mostra que:

> "a importância da presença da matemática na educação escolar é a conseqüência de um conjunto de cinco valores da matemática que deve ser por nós considerado: o valor utilitário, o valor cultural, o valor formativo, o valor social e o valor estético" (p. 20)

Isso significa dizer, que há algo errado ainda com as matemáticas da sala de aula, pois elas ainda parecem ter o caráter meramente formativo, arrisco-me a dizer que com o passar das séries escolares, ela se torna cada dia mais formal e longe dos outros quatro valores.

Não podemos esquecer que D'Ambrósio sempre se refere à Etnomatemática, como àquela plenamente significativa para o aluno, que é muito importante para nós, pois a Criatividade pode estar nesse conjunto de significações e valores.

Mas podemos dizer que não nos satisfaz apenas compreender a Matemática como culturalmente imersa na escola, na verdade, as situações-problema que envolvem a criança, mesmo que todas estejam em uma mesma sala de aula, não garantem a mesma produção e o mesmo pensar matemático.

Brousseau (1998) nos traz também grandes contribuições a respeito das situações que envolvem as resoluções de problemas matemáticos. Para o autor, existem dois tipos de situações que estão presentes em sala de aula: situações didáticas e situações adidáticas. Situações didáticas correspondem àquelas em que o aluno está preocupado em responder o problema para o professor – ou para obter uma nota razoável para passar de ano – e estão muitas vezes, amarradas a regras e ações pré-determinadas. Já as situações adidáticas correspondem àquelas em que o aluno resolve o problema, não mais para alcançar as metas propostas pelo contrato didático estabelecido, mas pelo próprio do educando, ou seja, o problema não é mais do professor, é do aluno, guiado agora pela intuição e pela lógica que só ele poderá explicar seu processo de resolução, o que podemos chamar de exercício de metacognição.

Vergnaud (in Fávero, 2005) propõe um estudo a respeito dos campos conceituais que envolvem as situações. Podemos dizer que o que queremos aqui é mais que situações, pois na resolução de problemas matemáticos há necessidade de compreendermos os registros das crianças, o que elas mostram nas suas produções e o que permanece implícito. Para isso, nos utilizamos da Teoria dos Campos Conceituais como parte dessa discussão.

Neste caso, há alguns elementos desta Teoria que queremos discutir. O primeiro se refere aos esquemas. Para Vergnaud, esquema é a organização da ação do sujeito em determinadas classes de situações. Possui quatro categorias distintas de elementos que o constitui: o objetivo, as regras de ação – tomada de informação e controle -, os invariantes operatórios e as possibilidades de interferência. Essas categorias dos esquemas levam o sujeito a dar sentido e significado à ação. Podemos entender, com base nessas afirmações, que o sentido que o sujeito dá a sua ação, está inserido nos seus esquemas mentais, podendo ou não aparecer nos registros encontrados nas resoluções de problemas matemáticos.

Inferimos a partir dessas colocações que temos uma tríade – situação, sentido e significado - que mostraria muito bem os caminhos para o entendimento da criatividade da criança no registro matemático, na resolução de problemas. Percebemos que se sentido para Vergnaud é:

> "uma relação do sujeito com as situações e os significantes, ou seja, são os esquemas, isto é, as condutas e a sua organização evocadas no sujeito individual por uma situação ou um significante que constitui o sentido dessa situação ou desse significante para esse sujeito ou aquele." (apud Fávero, 2005, p. 251).

Isso nos leva a quase o mesmo ponto de onde partimos, ou seja, sentido é dependente da situação e a situação além de dar sentido, só é situação por ter sentido. Uma relação dialética, dialógica. Vamos desembaralhar e mostrar o que, por meio dos estudos sobre produção de sentido que vimos em González Rey, podemos entender do conceito de produção de esquemas, sentido e significado a ser utilizado na análise.

Concordamos com a Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud, e entendemos como o autor se refere à importância do sentido na resolução de problemas, mas queremos deixar claro que estamos considerando o sentido não somente de acordo com a situação, mas principalmente na capacidade de flexibilidade em uma dada categoria de situações, pois consideramos a criança como uma pessoa em que realiza uma ação constante do pensamento e dos significados dados por ela. Assim, acreditamos que são capazes de fazer com que a mesma situação possibilite inúmeros esquemas diferentes de soluções.

Pensando com Bachelard (1968), não há necessariamente em uma produção, a evolução linear ou dependente de estruturas de pensamento anteriores. Creio que, se pensássemos diferente, poderíamos não acreditar na Criatividade como algo novo e valoroso, mas como produto da própria evolução matemática da criança, ou que, desta forma, sempre haveria uma aprendizagem significativa.

Todas as reflexões a que nos referimos, tanto na compreensão do que a criança é capaz em relação à produção matemática, quanto em compreender quando esta produção é de fato criativa, nos direciona a uma posição conceitual. Antes de estabelecer os critérios que utilizamos para proceder à análise dos protocolos, uma última contribuição teórica se faz necessária.

Alderete e Yelós (2006) conversam sobre os propósitos da Matemática, enquanto ciência, enquanto construção humana e enquanto área de conhecimento escolar. O propósito é bem simples, pois, já que se quer falar sobre a relação entre Criatividade e Matemática, é necessário que se conheça para que servem ou para quem e de que forma essa análise possa ser realmente contributiva. Neste sentido, as autoras entendem a utilização da Matemática:

> En la búsqueda por la simplicidad, la armonía y la economía de la mente, la Matemática se constituye en una ciencia activa, donde la estrecha relación con otras disciplinas y con ella misma, la vuelve esencial en la comprensión de las leyes que gobiernan el universo. Trascendiendo este aspecto práctico de la Matemática, conocer su lógica interna, sus formas de razonamiento y sus “modos de hacer” propician en quienes estudian Matemática la reflexión, la defensa de ideas, el análisis, por nombrar algunos beneficios. (p. 446)

As autoras têm como critérios do que possa ser criativo, o novo e o valoroso. Elas discutem – e nós concordamos – que a Criatividade na Matemática não é restrita aos gênios e aos grandes matemáticos. Sabemos, por meio da nossa pesquisa, que alunos que estão dentro do processo de aprendizagem matemática, constroem seu conhecimento e são capazes de produzir criativamente: Kamii (1985), Muniz (2005), Poincaré (1905/2000), entre outros. Assim Alderete e Yelós (2006) compreendem que Criatividade na Educação Matemática, pressupõe:

> (…)No se trata solamente de aplicar reglas. Tampoco se trata de realizar combinaciones siguiendo leyes fijas, muchas de las cuales serían extremadamente numerosas, inútiles y complicadas.

> (…)El verdadero trabajo del creador consiste en seleccionar entre estas combinaciones, eliminando las que considera inútiles o por lo menos, no tenerlas en cuenta. (p. 452)

Observamos que para as autoras, há uma grande diferença entre criatividade e genialidade, pois, os gênios assim são chamados, não apenas por sua criatividade, mas pela importância dos produtos criados por eles. No nosso caso, não descartamos a possibilidade de observar a produção de alunos considerados gênios, mas o que realmente queremos é identificar se há espaço na produção matemática - de alunos no quarto ano do Ensino Fundamental -, elementos que tornam a produção criativa:

> (...) Pero también hay un nivel intermedio, es decir que contribuye a un conjunto menor de personas, como una organización, una empresa, una escuela, un club o la comunidad, y que se puede manifestar como un proceso de mejoramiento, una campaña cívica o un proyecto. Puede ser el caso, en general, de los que estudian Matemática. También de los enseñantes de la Matemática que son creativos y de los alumnos creativos que resuelven de manera creativa problemas de Matemática. (p. 454)

Temos então, algumas características que nos ajudam a definir quais elementos que constituem a produção Matemática, que podemos chamar de criativa: a intuição, uma produção nova diante do que se conhece como "padrão" de resolução de problemas e a capacidade de resolver problemas de Matemática de forma flexível. Guerra (2006) elaborou uma definição da Criatividade na Educação Matemática:

> La creatividad en educación matemática la constituye el conjunto de elementos que contribuyen a ver la matemática dentro del proceso educativo como una asignatura sorprendente, que desarrolla el pensamiento flexible, que incentiva a la invención de problemas y situaciones, que promueve la resolución de problemas en un contexto real, que incita a la imaginación, todo ello en un ambiente donde el alumno y el docente disfruten de la matemática y donde el pupilo se atreva a cometer errores y aprenda de sus errores. (p. 458)

Em termos gerais, temos a definição da Criatividade na Educação Matemática, mas quem seria o aluno criativo na aprendizagem matemática? Guerra (2006) no diz que é aquele que se realiza em resolver problemas de Matemática, que inventa métodos para resolvê-los, que tem iniciativa e curiosidade e vai além do que o professor apresenta na sala de aula. "É aquele que propõe ao professor novas maneiras de resolver problemas, que indica outras aplicações da Matemática na vida real, que elabora recursos, desenhos matemáticos surpreendentes" (p. 463).

Assim, assumimos esta concepção teórica para identificarmos elementos de criatividade na produção matemática das crianças, entretanto isso não quer dizer que deixaremos de entrelaçar teoricamente outros autores durante a análise dos protocolos.

Compreendemos então, quais caminhos seguiremos para alcançar o nossos objetivos por meio da Metodologia a seguir.

Seção III - Metodologia

Para alcançar os objetivos desse trabalho, tivemos que optar por uma metodologia que não nos engessasse, visto que a complexidade do objeto se dá inicialmente de forma epistemológica, ou seja, a própria idéia construída socialmente no senso comum de uma Matemática como pronta e acabada, que poderia se tornar um obstáculo para a possibilidade de se identificar nela a Criatividade. Esta abordagem se mostra clara, quando nenhum dos matemáticos, até então, revelam qual o conceito de criatividade abordado na Matemática, apenas se referem como primordial e essencial no ensino e na produção matemática.

Para a realização deste trabalho, optamos por uma abordagem qualitativa, pois esse tipo de pesquisa "parte do pressuposto de que as pessoas agem em função de suas crenças, percepções, sentimentos e valores e que seu comportamento tem sempre um sentido, um significado que não se dá a conhecer de modo imediato, precisando ser desvelado". (Alves-Mazzotti, Gewandsznadjer , 2004, p. 131).

Lüdke e André (1986, p.11) apontaram para o aspecto de que a pesquisa qualitativa é caracterizada pelo contato direto e prolongado do pesquisador com o ambiente e a situação que está sendo investigada.

Como campo de pesquisa, escolhemos uma escola pública no Distrito Federal. Essa escola foi inaugurada 1997 e passou por muitas mudanças em relação às séries que atenderia. Hoje a escola atende crianças do primeiro ao quinto ano do Ensino Fundamental. Nessa escola, há uma participação ativa da comunidade, além de um acolhimento de vários projetos que nela se desenvolvem como: Inclusão Escolar dos Alunos Portadores de Deficiências Mental e Física nas Escolas Públicas do Distrito Federal; Degraus; Transitando nas Escolas; Sacola Literária; PROINFO; Educação para a Sexualidade; Conselho de Classe participativo; Parlendas; A Música na Auto-estima Infantil e Projeto (RE) Educação Matemática, entre muitos outros.

O projeto de extensão universitária intitulado Mediação do Conhecimento Matemático: (RE) Educação Matemática – em anexo -, tem como objetivo analisar as dificuldades na aprendizagem matemática e agir de forma interventiva para favorecer o desenvolvimento de novas formas de mediação do conhecimento matemático.

Ao escolher essa escola e ao pensar no tipo de pesquisa com que iríamos trabalhar, optamos por uma pesquisa participante (Demo, 2004). Segundo o autor, a "grande pretensão da pesquisa participante é contribuir para que as comunidades tornem o sujeito, capaz de história própria, individual e coletiva, para saberem pensar sua condição e intervenção alternativa. (p.20)". Assim, nos parecia que essa era a escola perfeita para desenvolver nossa pesquisa. Ali, os pesquisadores de forma contributiva e participativa estavam presentes nas salas de aula, o que tornava um espaço em constantes discussões a respeito da produção das crianças.

A escolha tornou-se então importante nessa pesquisa, visto que teve a pretensão de ser uma pesquisa que se tornasse contributiva, na medida em que esta se processava, acreditando ser de fundamental importância para a escola, em seus projetos educativos e na própria dinâmica de sala de aula.

Os sujeitos da pesquisa foram escolhidos pelos seguintes critérios:

- Alunos do quarto ano do ensino fundamental, matriculados nessa escola, onde já se desenvolve um projeto de pesquisa-ação em Educação Matemática.
- Esses alunos foram selecionados, na medida em que apresentaram esquemas mentais de resolução de problemas, que divergiam das soluções apresentadas pela professora, identificados via análise de protocolos e observados por meio de atividades em sala de aula.

Visto que a minha formação é em Pedagogia, este trabalho teve inicialmente, como um dos instrumentos, uma pesquisa bibliográfica sobre a Educação Matemática e sobre as definições da Criatividade para poder entrar em campo de pesquisa e poder desenvolver um trabalho com segurança.

Queremos destacar que, dentro da Pesquisa Participante, há dois momentos: um prático e um empírico. Dessa forma, o cronograma apresentado no Projeto de Qualificação nos deu espaço para retomar e acrescentar contribuições de autores que se faziam necessários, naquele momento. Assim nossa pesquisa contou com o entrelaçamento teórico em praticamente todos os momentos de sua feitura.

Para uma melhor compreensão do nosso processo metodológico, elaboramos o seguinte esquema:

Metodologia

Educação Matemática

Criatividade

Criatividade na Educação

Criatividade na produção matemática de crianças do quarto ano

Este esquema mostra como nós caminhamos com a pesquisa. Inicialmente, buscamos compreender o que vinha a ser Educação Matemática, por meio de leituras, disciplinas, cursos e discussões com professores. Entendendo quais eram os elementos que distinguiam a Matemática da Educação Matemática, caminhamos para a busca de intersecções com a Criatividade.

Como mostrado anteriormente, a Criatividade aqui, não visa encontrar gênios, mas mostrar que é possível haver Criatividade na produção matemática da criança. Com este propósito, unimos Criatividade e Matemática e pudemos observar em sala de aula, como essa junção ocorria.

Enquanto Pesquisa Participante, tudo o que era lido, era comparado e verificado na prática, assim, teoria e intervenção caminhavam juntas, e permearam todo o processo de pesquisa.

Fizemos uma análise dos protocolos que se destacaram por elementos de valor e novidade, mas para que fique mais claro, mostraremos aqui, a resolução de problemas matemáticos que estavam nos cadernos corrigidos em sala, para que o leitor possa se inteirar das “diferenças” que nós estamos falando.

Este é o protocolo de Natália, nove anos.

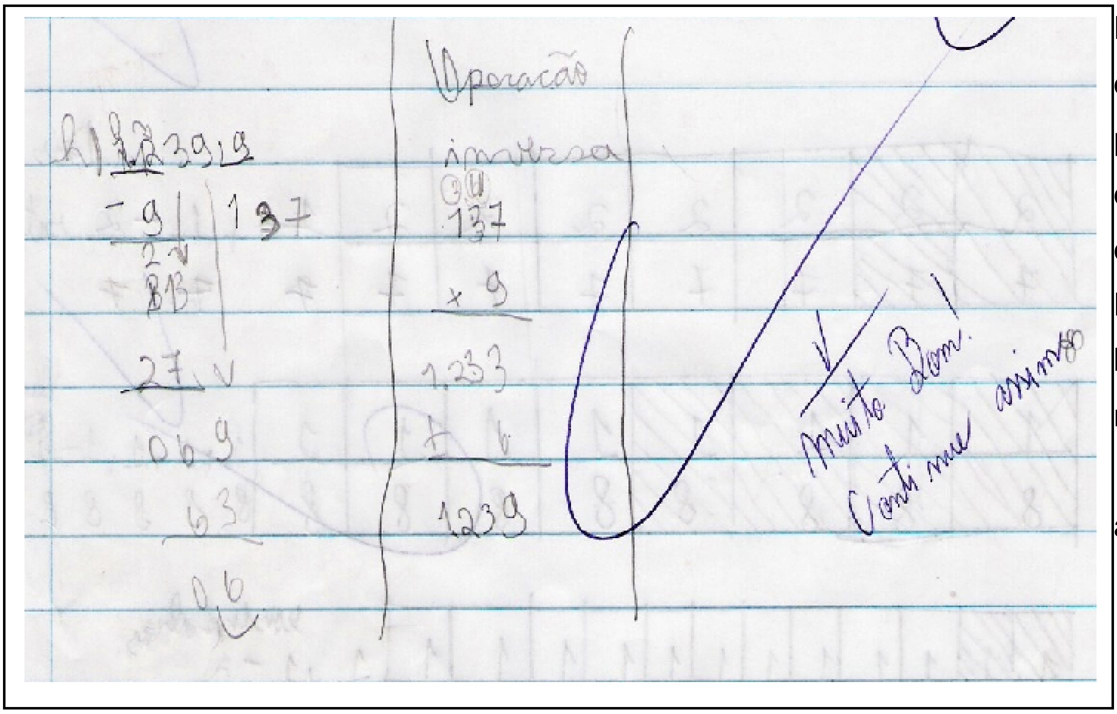
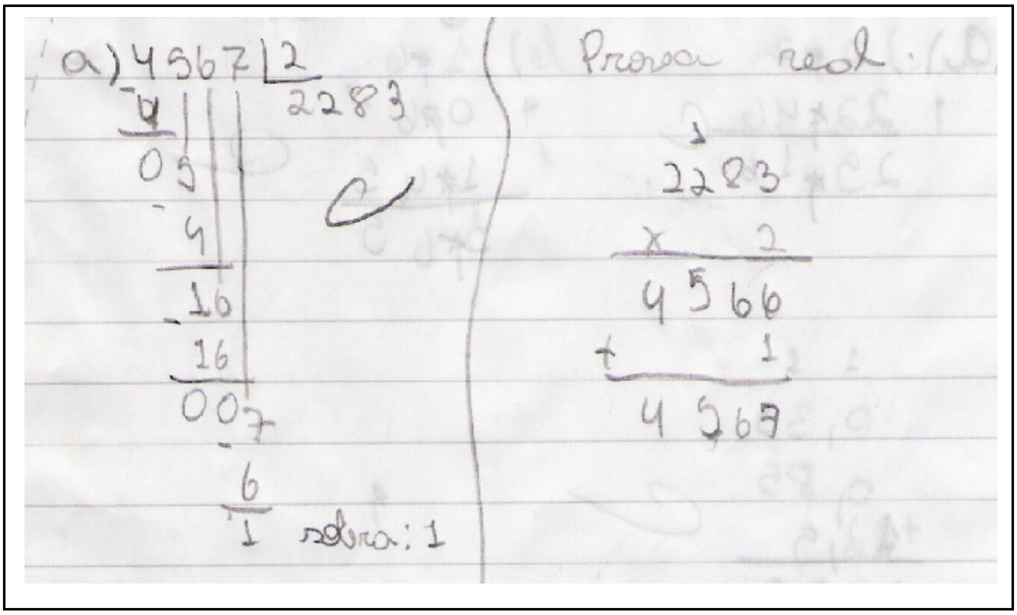


Imagem nº01 – Protocolo Natália

Este é o protocolo de Marcela, nove anos:

Imagem nº 02 – Protocolo Marcela



E enfim, este é o protocolo de Paula, nove anos:

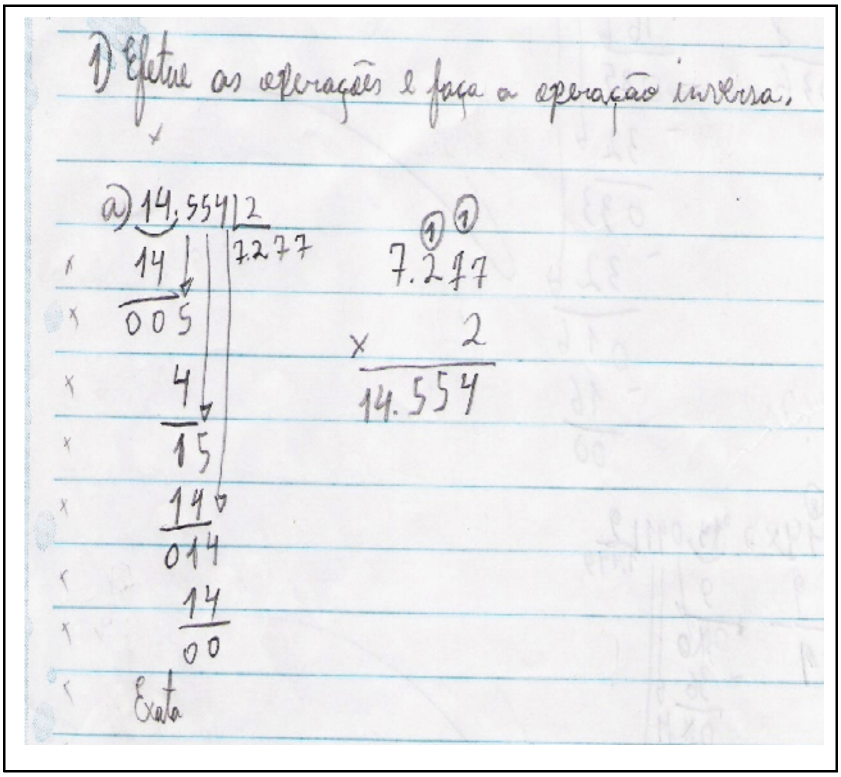


Imagem nº 03 – Protocolo Paula

Nos três casos, temos operações de divisão, com setas indicando o procedimento, acompanhados de operação inversa, também chamada de prova real, que uniformizavam a maioria dos cadernos vistos na sala de aula. Em sua maioria quase absoluta, pois não verificamos todos os alunos, as crianças não entendem o algoritmo e não sabem por que estão dividindo, apenas o fazem segundo o modelo ensinado pela professora.

Desta forma, em algumas vezes houve a nossa intervenção para que pudéssemos provocar uma reflexão sobre o problema que estavam por resolver.

Ao final, depois de uma análise dos protocolos, associada em algumas vezes à fala da criança e à nossa interpretação, voltamos à escola para confirmar as nossas hipóteses e fundamentá-las por meio dos registros produzidos pelas crianças do quarto ano.

Seção IV – Descrição das fases da Pesquisa

4.1 – Situações do Campo de Pesquisa

Nosso propósito foi verificar indícios de produções criativas de crianças, cujo professor tem um olhar diferente sobre o fazer matemático do aluno.

Fui muito bem recebida e acolhida na sala de aula da professora Débora. A professora me adiantou que era nova na escola, e que sua formação era em psicologia, tendo uma pós-graduação em psicanálise infantil. Esclarece, ainda, que ao entrar para a Secretaria de Educação, pretendia trabalhar nas equipes de apoio, e não entrar em sala de aula.

Verificamos então, que realmente ela ainda não havia "entrado" no Projeto de fato, ou seja, mesmo sendo acompanhada nas coordenações, as suas aulas eram dadas de uma forma muito tradicional, o que nos chamou a atenção, pois o propósito de escolher essa escola era exatamente por se tratar uma escola com projetos diferenciados.

Estes fatos tornaram a pesquisa um tanto mais difícil, pois os alunos estavam acostumados a esperar pela resposta da professora, e isso implicava em uma produção excessivamente limitada dos alunos, uma vez que as atividades se limitavam a uma cópia das correções realizadas pela professora no quadro. O que também nos chamou a atenção foi que as crianças não realizavam as tarefas e ficavam a espera da correção (numa espécie de estagnação cognitiva) e assim copiavam a forma de fazer “correta”:

Os cadernos estavam sempre limpos, corrigidos e qualquer forma de registro que não fosse o formal, estava muito bem apagado. A utilização desse “método” chegou ao ponto dramático em que as crianças não mais produziam, esperando pela correção da professora, pois não havia sinais de tracinhos, desenho ou qualquer outra forma de representação que nos mostrasse a organização do pensamento da criança.

Muitos dias se passaram e nada de novo (em termos de produção própria das crianças) acontecia nas aulas de Matemática. As crianças se mostravam desinteressadas e saíram-se mal na primeira prova. Para a professora, a prova indicava “uma não aprendizagem” e um atestado de incompetência das crianças, ou seja, o problema está na criança. Estas provas foram encaminhadas para os pais, para que assinassem e vissem o fracasso de seus filhos na disciplina mais assustadora do mundo...

Após dois meses de observação, nenhum registro interessante, relacionado às teorias da Criatividade, havia acontecido. A rotina da sala de aula era sempre monótona e previsível. Passei a combinar com a professora, ir apenas nos dias que ela fosse dar aulas de Matemática, pois eu estava com a impressão de que exatamente nos dias que eu estava em sala de aula, a professora não dava aula de Matemática por medo de que essa observação fosse em relação a pratica dela. Isso era bastante compreensível, pois a escola tinha uma proposta de Educação Matemática onde um ponto essencial era a mudança na prática pedagógica, e este projeto era desenvolvido pelo meu orientador. Bom, talvez para a professora, eu estava em sala para vigiá-la, no entanto, quando eu conversava com ela sobre a possibilidade de eu ir para outra turma, ela pedia para eu ficar.

Comecei a ir em dias que eu não estava sendo esperada. Descobri que nestes dias, se desenvolvia aulas de Matemática. No início ela se desculpou por ter uma postura diferente da postura dos demais professores, pois com “aqueles alunos” tinha que ser assim, pois eram bastante indisciplinados. Ela se referia a forma com que a Matemática era ensinada, em um ambiente sério e silencioso, pela própria disciplina exigir uma grande concentração.

Cadê a criatividade que deveria estar aqui? O gato comeu... E por falar em gato... Foi através de um curso de extensão, realizado durante o período do Mestrado, que entrei em sala de aula agora não mais como pesquisadora observadora, mas como uma pesquisadora contadora de História da Matemática, protagonizada por Riuchus Piuchus Anhau, um gato siamês que conhecia muitas histórias da Matemática e seu fiel amigo Raimundo, um jabuti que andava por aí...

4.2 – Entrando em sala de aula

Foi por meio do curso de extensão, pedi a professora um espaço em suas aulas para que eu pudesse trabalhar com as crianças a História da Matemática. Ela disse que preferiria que eu ficasse com os alunos com dificuldades, pois até então, ela não entendia o real propósito da minha presença na escola, mesmo depois de eu ter discutido algumas vezes com ela sobre o meu papel na escola, nos momentos de coordenação. Consegui então um bom espaço, todas as sextas-feiras eu teria até o horário do recreio para realizar atividades. Em alguns momentos, Ivone Miguela, amiga, parceira de Mestrado e pesquisadora na mesma escola, que também participava do curso de extensão, esteve comigo colaborando e participando nesses momentos de atividades em sala de aula.

Assim, todas as sextas-feiras, eu (às vezes nós), chegava para contar Histórias da Matemática. Já no primeiro dia, percebi que só contar histórias não era lá muito motivador para uma turminha de 30 crianças. Resolvi mudar um pouco a proposta das minhas professoras do curso, fiz com que as crianças participassem da história que ia ser contada. Após apresentar os personagens da história, com suas características físicas e de personalidade, perguntei para as crianças como elas achavam que a Matemática havia surgido. Alguns disseram: - “Com continhas!”

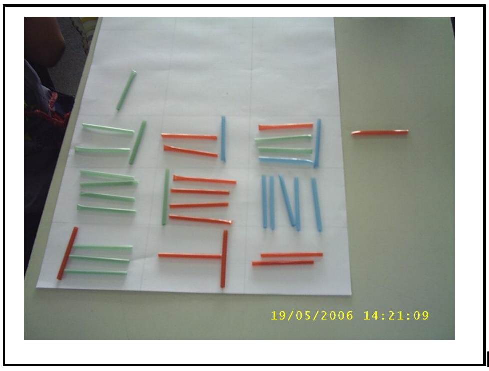
Perguntei de que precisaríamos para fazer as continhas. Disseram: - “os números!” Assim eu aproveitava a fala das crianças para dar continuidade à história. Continuamos intercalando a História e as hipóteses das crianças, criando uma ambiente diferente de pensar sobre a Matemática. Tal proposição diferenciava muito da organização do trabalho pedagógico existente até então.

Na aula seguinte, contei a história dos números egípcios e dos chineses. Como na escola havia um projeto de supermercado, fizemos um supermercado diferente confeccionamos um panfleto que indicava os preços dos produtos em numeração chinesa e em numeração egípcia. A intenção era buscar articular a construção da criança aos contextos socioculturais de significado para elas onde a Matemática está fortemente presente.

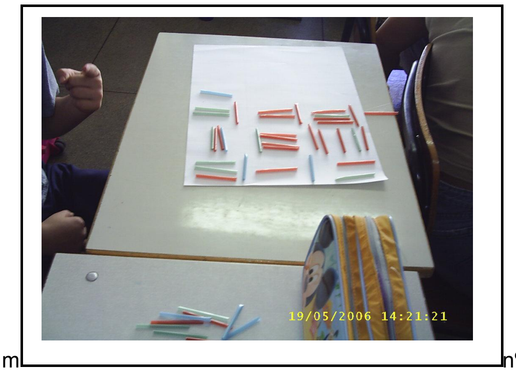
Imagem nº04 - Supermercado Chinês

Imagem nº05 - Supermercado Egípcio

Vimos ainda os sistemas de numeração da Mesopotâmia (esse apenas até o número 59, onde o sistema de numeração é aditivo), e etc. A partir desse momento, entramos nas operações. As crianças notaram rapidamente que tanto no sistema de numeração Egípcio quanto no Chinês não havia um símbolo para o “zero”. Fizemos então, operações com os números chineses para provocar o aparecimento do símbolo zero. Iniciamos com números mais simples, quando aconteceu uma coisa interessante: as crianças operavam como se fosse o nosso sistema de numeração, com o “vai um”, ou seja, elas transferiram o algoritmo formal do sistema decimal da soma para um outro sistema, operando com números chineses.



Imagem



nº06 Soma com sist. Num. chinesa

Imagem nº07 Soma com sist. Num. Chinesa2

As crianças acharam graça na numeração chinesa, pois não havia um símbolo para o zero. E o zero? Descobrimos então o zero não existia na numeração chinesa, mas havia um lugar vazio (como mostra a foto, os chineses operavam em estruturas com divisões, onde para cada espaço, ou casa, só poderia ter um símbolo), que futuramente daria lugar em outros sistemas ao “zero”. As crianças compreenderam, descobrindo os diferentes conceitos do zero, não só como um número que indica uma casa vazia, necessário para a compreensão do número, mas como o símbolo que representa o “nada”, já muito conhecido por eles no nosso sistema de numeração.

Chegamos então no sistema de numeração dos Hindus. Descobrimos com o Riuchus a origem da escrita dos números que utilizamos hoje e nosso sistema decimal. Em sala de aula, foi contada a história de Lilavati, filha de Bháskara II. Papiros foram confeccionados e problemas de Matemática, sob forma de poemas retirados do Lilavati, que encontramos na internet.

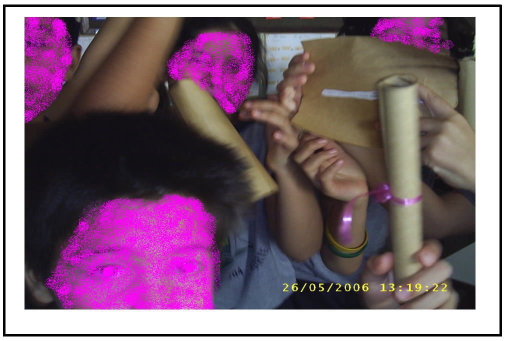


Imagem nº08 Papirus Lilavati

Imagem nº09 Papirus Lilavati2

Neste momento, havia um dos poemas que exigia um raciocínio diferente, envolvendo progressão geométrica, que eu não percebi antes de programar a atividade. O problema levava ao aluno dobrar a quantidade muitas vezes: - *Se uma pessoa começar por dar a um pedinte cinqüenta centavos, e lhe prometer dobrar todos os dias a esmola. Quantos reais lhe dará num mês?*(Lilavati, Verso 137)

Fui ingênua e caí numa armadilha, pois depois que percebi que daria um número absurdo e não era esse o propósito, mas as crianças estavam tão empolgadas com a atividade, que resolvi junto com eles. Num momento de estarmos no décimo sexto dia, uma criança disse: - Professora, agora a gente não precisa mais dobrar o número. Perguntei por que ele achava isso. Ele imediatamente me respondeu que se eu somasse a quantidade do décimo sexto dia, com a quantidade encontrada no décimo quinto dia, eu teria um total de 31 dias e não precisaria mais ficar dobrando a quantidade de esmola e o mendigo já estaria rico. Na verdade, a solução da criança em diminuir o trabalho com o problema, mostra que ele esteve o tempo todo imerso em uma solução que pudesse dar fim àquele processo lento. Não posso dizer que a resposta estava de todo errada. Se fosse uma quantidade cumulativa apenas, a idéia estaria completamente correta, mas havia uma pedra aqui. Nosso problema envolvia as quantidades dobradas. Conseguimos terminar, mas coloquei uma outra situação para ele, onde o raciocínio dele estaria plenamente adequado, fazendo com que ele percebesse por si, a diferença entre as respostas e o processo de resolução.

4.3 – Invenção e Modificação no Campo de Pesquisa

Tudo era contado pelo gato e pelo jabuti. Percebi então, que um outro problema estava muito claro na pesquisa. Nos problemas que envolviam a soma e a subtração, as crianças tranqüilamente resolviam pelo algoritmo formal, pois, estando na quarto ano eles tinham as situações aditivas já bastante assimiladas por meio de algoritmos rígidos, desprovidos de significados pela criança, mecanizados, que não geravam uma necessidade de um outro procedimento resolutivo. O que não nos garantia um aprendizado de fato, pois compreendemos através da resolução dos problemas que as crianças escolhiam os números pela representação do seu tamanho e operavam sem entender de fato, o que a situação pedia.

Isso foi verificado numa conversa com um aluno sobre a prova que havia realizado. Neste dia, a professora me chamou muito feliz, pois todos os alunos tinham tido um bom desempenho na prova. Perguntei à criança o que era para fazer na prova e ele me respondeu que “a gente deve responder como a professora respondeu na revisão no dia anterior”, ou seja, se a revisão fosse de soma, todas as respostas da prova deveriam ser de somar. No caso, a prova era de divisão. A regra então dividir tudo, por exemplo, se tivesse no texto dois números: 325 e 25. Ele dividia o número maior, 325 pelo número menor, 25. Não interessava o texto, o contexto e o significado.

Percebi, enquanto corrigia as provas do PISA, que esta prática não era tão difícil assim. Uma das questões, não tão simples de se resolver (pensando nas nossas crianças de 15 anos) tinha em seu texto os seguintes números: 1,2,2,1. Muitas crianças colocaram como resposta “6”. O interessante é que o procedimento esperado levava a essa mesma resposta, que se encontrava no gabarito. Esta questão foi motivo de muita graça entre as pessoas da mesa, pois mesmo não sabendo do que se tratava, ou seja, que tipo de conta a criança deveria utilizar para encontrar a resposta, elas tinham acertado a questão apenas por juntar aleatoriamente os números que estavam no enunciado da questão. Voltamos aos velhos problemas comuns em sala de aula, afinal, qual é a conta? Sem significado não há como identificar os conceitos envolvidos e, portanto, tampouco gerar procedimentos.

No entanto, observei que quando não era a professora que aplicava o exercício, as crianças agiam de forma diferente, elas liam o que eu pedia, pois houve necessidade de leitura e compreensão para a resolução dos problemas de Lilavati, visto que cada poema era um problema diferente que nem sempre se resolvia com apenas uma “conta”. Neste contexto sem a vigilância da professora, sentiram-se desobrigados das regras, situando-se numa eminente situação adidática:

> “L'éléve ne distingue pas d'emblée, dans la situation qu'il vit, ce qui est d'essence adidactique et ce qui est d'origine didactique. La situation adidactique finale de réferénce, celle qui caractérise le savoir, peut être étudiée de façon théorique mais, dans la situation didactique, pour le maître comme pour élève, elle est une sorte d'idéal vers lequel il s'agit de converger: l'enseignant doit sans cesse aider l'élève à dépouiller, dès que possible, la situation de tous ses artifices didactiques pour lui laisser la connaissance personelle et objective.” (Brousseau, 1998,p.60)

Interessa-nos, pois enfatizar que, havíamos gerado uma situação adidática, observada por meio das atitudes das crianças e pelos registros que apresentavam. No entanto, não podemos afirmar categoricamente que o tipo da nossa interferência como a nossa seja único a provocar tal situação, pois não podemos afirmar que na prática comum dessa sala de aula, não houvesse momentos onde a criança tomava para si o problema. Esta situação não está unicamente nas mãos do professor, mas na forma como a criança se relaciona com o problema, ou, como significa a situação e seu engajamento psicológico na mesma. De fato o que acontecia junto da professora, é que a criança agia conforme o contrato didático estabelecido em sala de aula, onde não há espaço para produção criativa. Entendemos o contrato didático como um contrato que permeia as relações e estratégias das situações didáticas, explícita ou implicitamente (Brousseau, 1998, p 60). As regras deste contrato não deveriam desapropriar a criança dos significados, não deveriam engessar as ações, pois corre o risco de restringir o espaço da criatividade no processo matemático gerado pela situação. O contexto deveria, ao contrário, ser garantia de produção de ações cognitivas e suas validações no grupo social.

Em decorrência, propomos desafios, buscando rupturas nesse contrato e objetivando fazer emergir as produções mais pessoais de cada criança na busca de alguma criatividade matemática. Problemas matemáticos que necessitavam outras estruturas matemáticas, que provocassem nas crianças um fazer matemático e não uma reprodução. Buscamos fazer com que as crianças se sentissem em situação adidática diante do professor e do pesquisador.

Repetidamente alguns destes problemas exigiam o conceito de divisão. A professora interferiu ao dizer que as crianças não saberiam resolvê-los, pois não havia ensinado ainda o algoritmo formal da divisão, e que sem este, eles não teriam êxito nas atividades. Pude comprovar que, realmente algumas das crianças se sentiram inseguras quanto a que conta realizar, mas muitos conseguiram mobilizar outras estratégias que me interessaram muito em função do objetivo da investigação. Isso nos levou a perceber que tal "insegurança" gera o espaço de criação de procedimentos inusitados para o professor e o pesquisador.

Sustentando a ausência de esquemas cristalizados, anteriormente importados pela escola via contrato didático, a ignorância e a intuição aparecem como alavancadoras do desenvolvimento do procedimento ainda totalmente rebelde, e que possibilitam o "fazer diferente", que poderíamos chamar de "germe de processos matemáticos criativos".

Foi a partir destas mudanças na metodologia que descobri que, enfim, o gato não comeu a criatividade das crianças, ele só a tinha escondido debaixo do tapete...

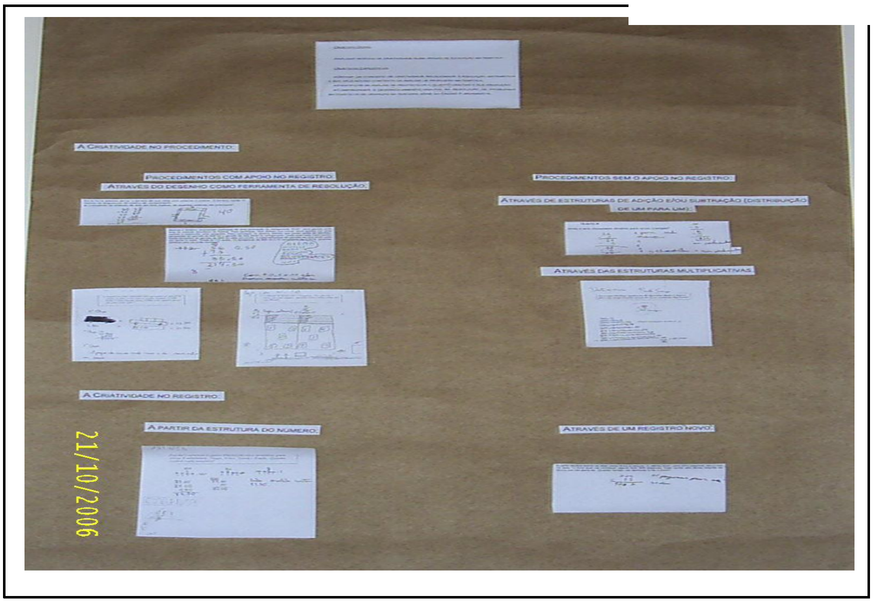
4.3.1 - Caracterização das categorias que resultaram do processo de análise

Para organizar o vasto e complexo conjunto de procedimentos das crianças que se viram libertas das amarras do antigo contrato - mas criando um contexto que valorizasse a situação adidática - coloquei todos os registros das crianças no chão. Fui retirando os que me chamavam atenção, os que se destacavam aos meus olhos, aqueles em que eu via indícios da produção criativa das crianças. Depois disso, eu comecei a organizar os que havia selecionado, por suas características semelhantes (como por exemplo, desenhos, outras estruturas, etc), em uma folha de papel pardo colado na parede do meu quarto.

Tais produções ficaram expostos durante muitos dias, mas havia sempre algo que me incomodava na disposição espacial e lógica das mesmas. Até que um dia, eu sonhei com uma organização que era diferente. Pulei da cama e de madrugada fui reorganizar os registros. Corri para o computador e dei nome às minhas categorias de análise. Creio que foi um dos momentos mais eufóricos que passei durante a escrita da dissertação.

Separei então, em dois grandes grupos o conjunto de protocolos para que se fizesse mais lógico para identificar a presença de criatividade.

Imagem nº10 Parede do



Esquema das categorias de análise de Protocolos

Protocolos

A Criatividade no procedimento de resolução de problemas;

A Criatividade no registro

Procedimentos com utilização do desenho no registro

Procedimentos por meio de outras estruturas

A partir da estrutura do número

Por meio de um registro “novo”

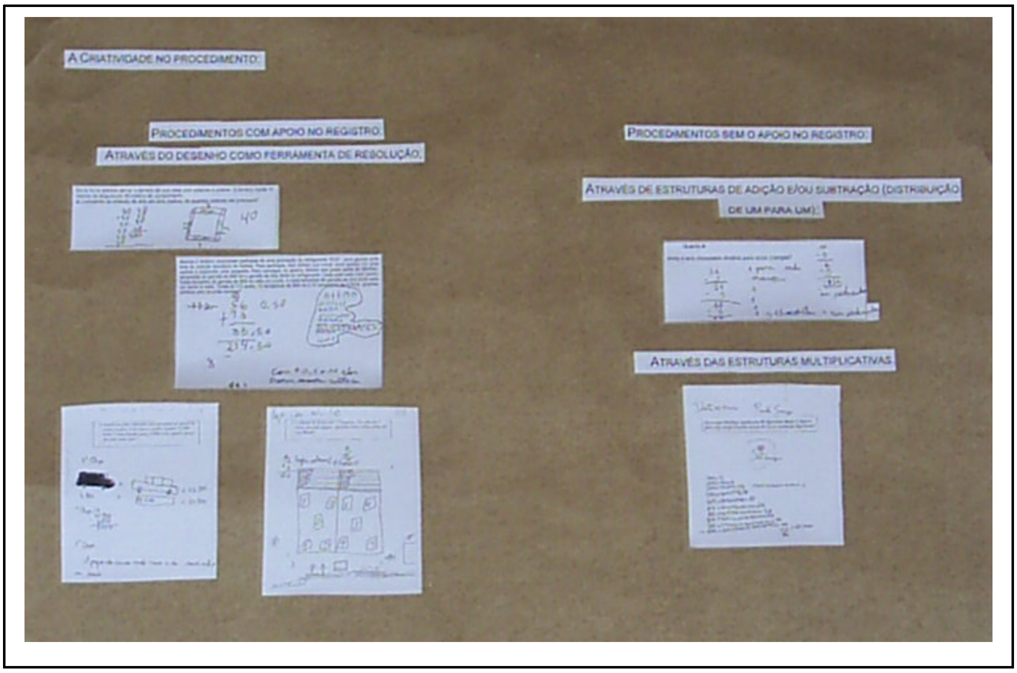
Por meio do desenho como ferramenta de resolução

Por meio de estruturas aditivas

Por meio de estruturas multiplicativas

1) A Criatividade no procedimento de resolução de problemas

Imagem nº11 Parede do quarto 2



Agrupamos nessa categoria, registros que apresentam na resolução de problemas, novos em relação ao procedimento realizado pelo aluno para resolvê-lo. Isso significa dizer que são produções com alto valor criativo, na dimensão da sala de aula, que se valem das estratégias que a criança utiliza para organizar o problema e encontrar uma resposta válida enquanto processo. Compreendemos que a criança se apóia na própria intuição e em estruturas prévias que justificam a resposta matematicamente correta, portanto validada pela comunidade matemática:

> "Guy Brousseau (...) propone un modelo desde el cual pensar la enseñanza como un proceso centrado en la *producción* de los conocimientos matemáticos en el ámbito escolar. Producir conocimientos supone tanto establecer nuevas relaciones como transformar y reorganizar otras. En todos los casos, producir conocimientos implica *validarlos*, según las normas y los procedimientos aceptados por la comunidad matemática en ue la que diha producción tiene lugar." (Sadovsky, 2005, p 17)

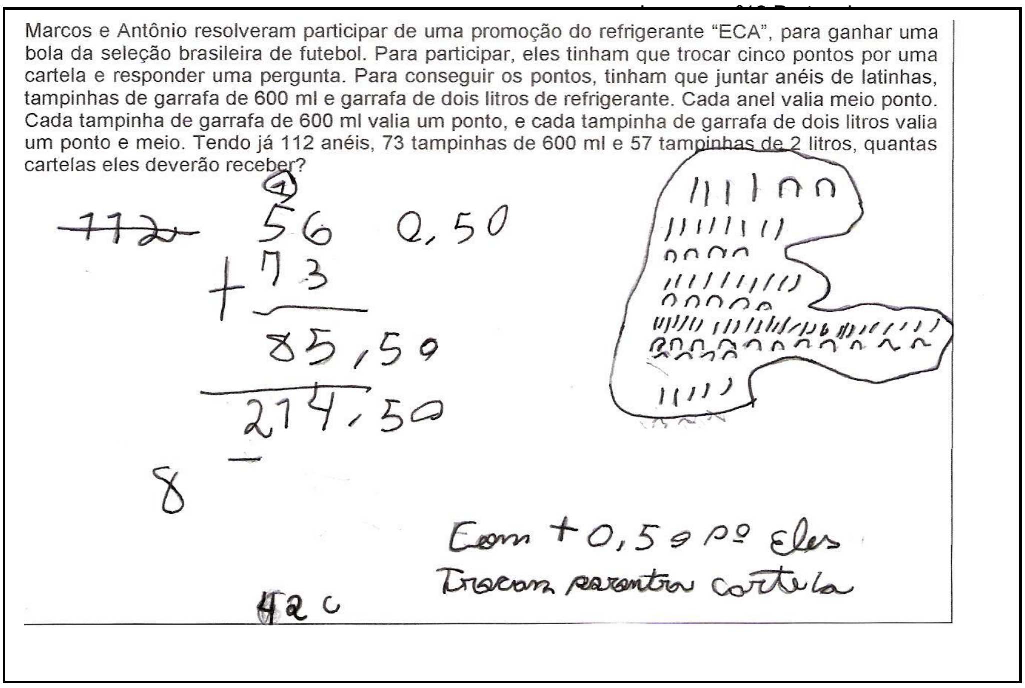
Temos então a clareza de que diferentes formas de resolução de problemas devem aparecer na sala de aula, visto que temos crianças diferentes, com diferentes relações com o conhecimento, com suas diferentes histórias pessoais, em diferentes situações. Kamii (2005) defende tais procedimentos como "espontâneos", ou seja, uma reinvenção da aritmética, baseada na intuição, calcada em estruturas anteriormente construídas no repertório cognitivo da criança.

Agrupamos também nesta categoria, registros com desenhos que o são parte do processo de construção da criança. Encontramos registros nos quais sem os desenhos, a resolução se tornaria inviável, visto que é o desenho que dá sentido à situação e à sua resolução. Consideramos tais representações de extrema importância para a criança, para a própria compreensão do seu pensamento.

Assim, nos deparamos com duas subcategorias, uma com o apoio do desenho como instrumento de produção de procedimento para o registro e outra sem o apoio do desenho.

1.1) Procedimentos com utilização do desenho no registro

Esta categoria se constituiu pelas analises de protocolos que apresentam desenhos e/ou registros pictóricos que servem tanto para interpretar a situação quanto organizar o procedimento de resolução de problemas, quando se mostram como apoio durante a resolução, acompanhados ou não de algoritmos formais. Por meio do desenho como ferramenta de resolução:


Marcos e Antônio resolveram participar de uma promoção do refrigerante "ECA", para ganhar uma bola da seleção brasileira de futebol. Para participar, eles tinham que trocar cinco pontos por uma cartela e responder uma pergunta. Para conseguir os pontos, tinham que juntar anéis de latinhas, tampinhas de garrafa de 600 ml e garrafa de dois litros de refrigerante. Cada anel valia meio ponto. Cada tampinha de garrafa de 600 ml valia um ponto, e cada tampinha de garrafa de dois litros valia um ponto e meio. Tendo já 112 anéis, 73 tampinhas de 600 ml e 57 tampinhas de 2 litros, quantas cartelas eles deverão receber?

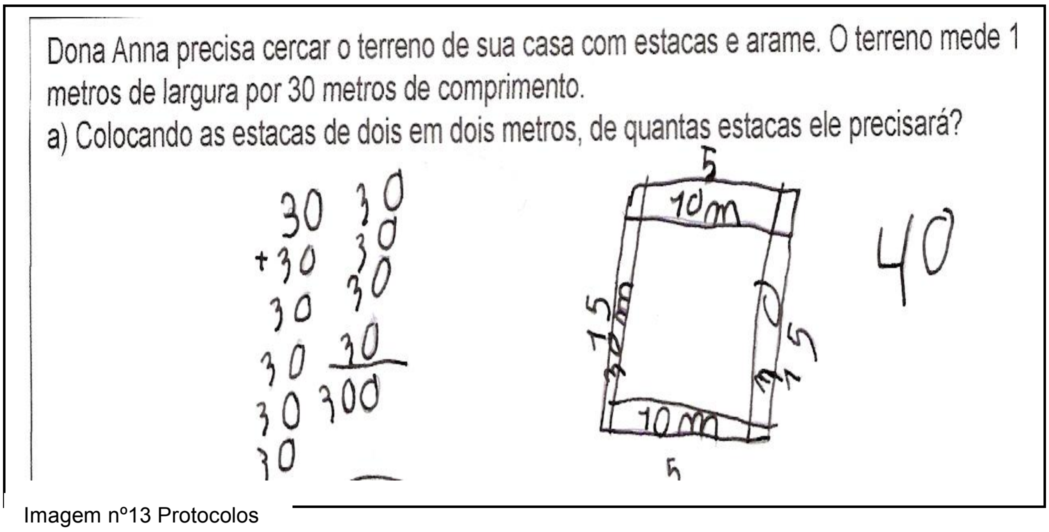
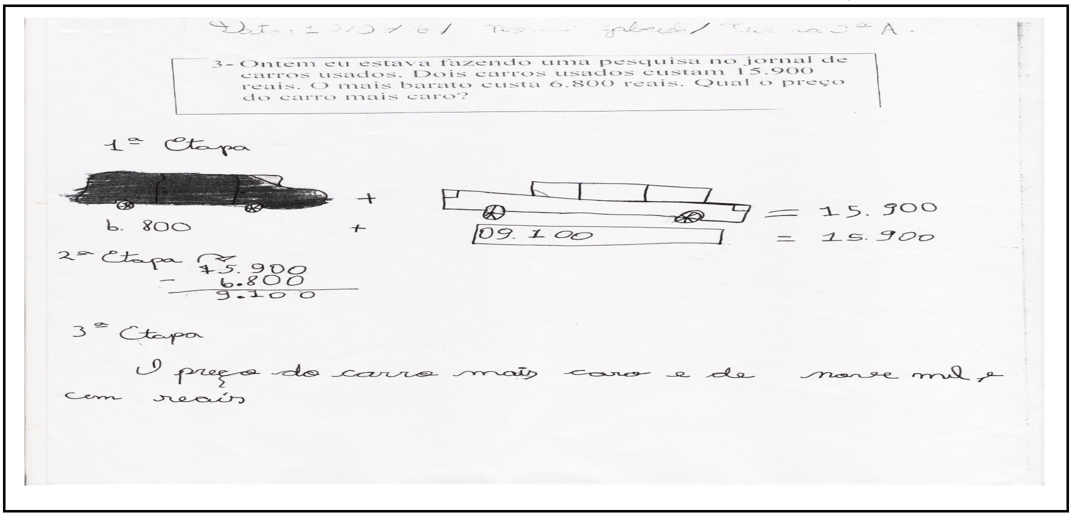
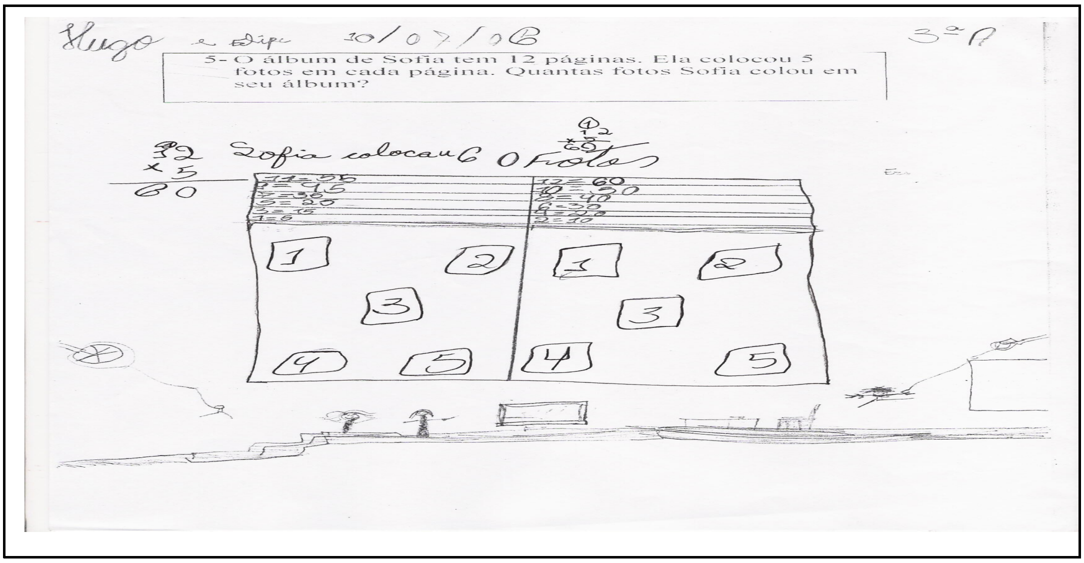


Imagem nº13 Protocolos

Imagem nº14 Protocolos





1.2) Procedimentos por meio de outras estruturas matemáticas

Reunimos nesta categoria análises de protocolos que se desenvolvem a partir de estruturas aditivas e multiplicativas. Esta se dá quando a criança resolve o problema por meio de um raciocínio validado pela comunidade matemática a qual nos referimos anteriormente devendo ser a própria, formada pelos alunos da sala de aula (Sandovsky, 2005), das quais a criança já tem bem claras, diferentes do algoritmo formal da divisão:

1.2.1) Por meio de estruturas aditivas

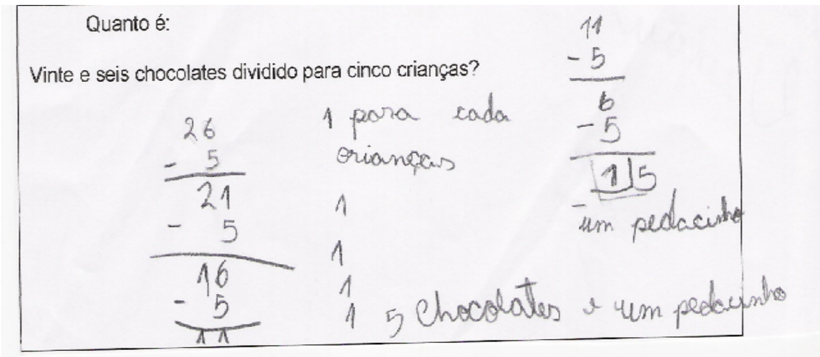


Imagem nº16 Protocolos2

1.2.2) Por meio de estruturas multiplicativas

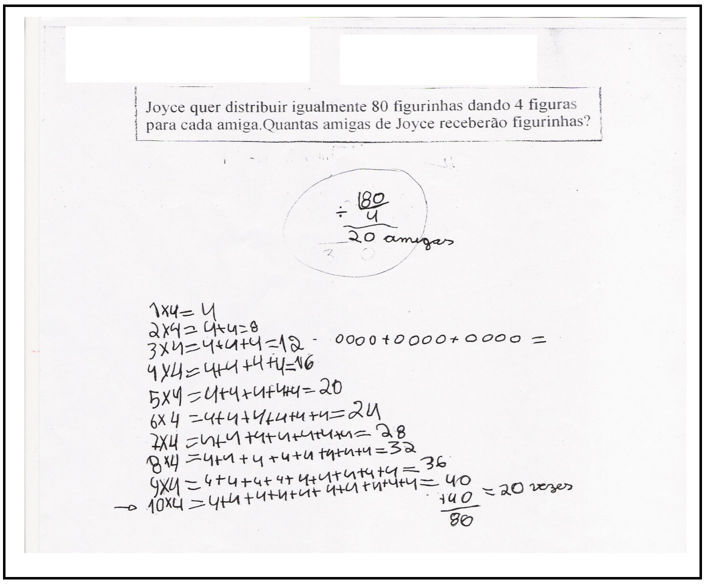


Imagem nº17 Protocolos3

2) A Criatividade no registro

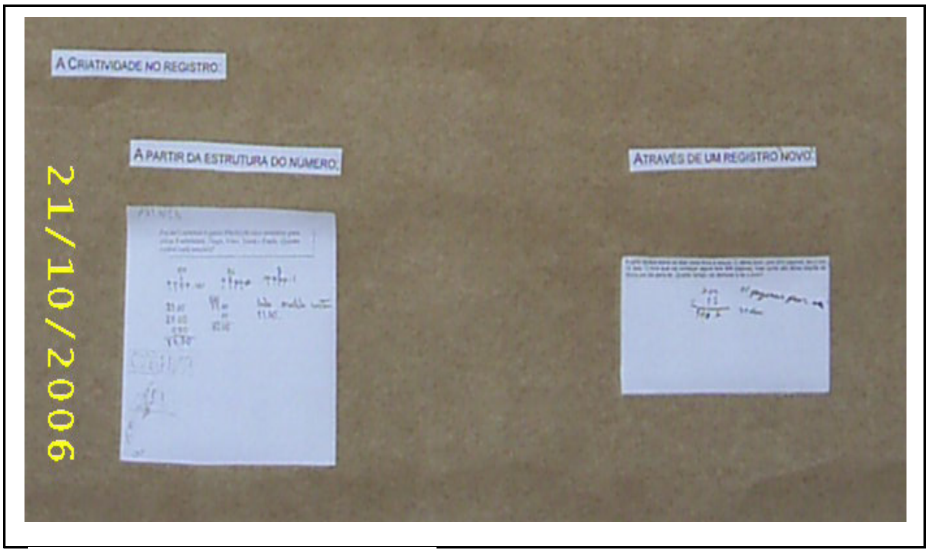


Imagem nº18 Parede do quarto2

Reunimos nesta categoria, análises de protocolos que nos mostram diferentes estratégias de resolução de problemas identificadas no próprio registro. Esta se subdivide em duas categorias:

2.1) A partir da estrutura do número:

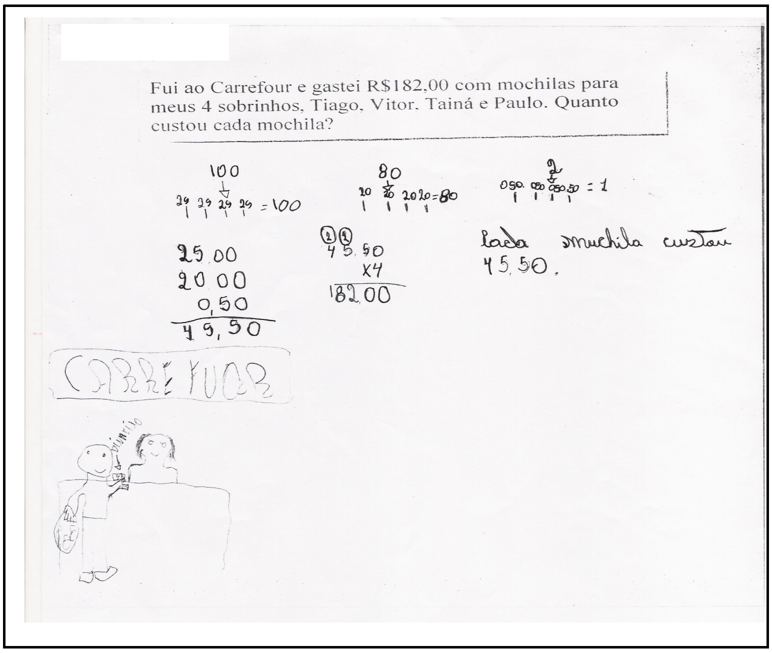


Imagem nº19 Protocolos

Esta subcategoria se refere ao protocolo que apresenta uma estrutura a partir do agrupamento e desagrupamento, onde a criança divide tendo como ponto de partida a estrutura do número, e se orientando por meio de estruturas do seu meio social, a ser melhor detalhado no momento da análise individual dos protocolos.

2.2) Por meio de um registro “novo”:

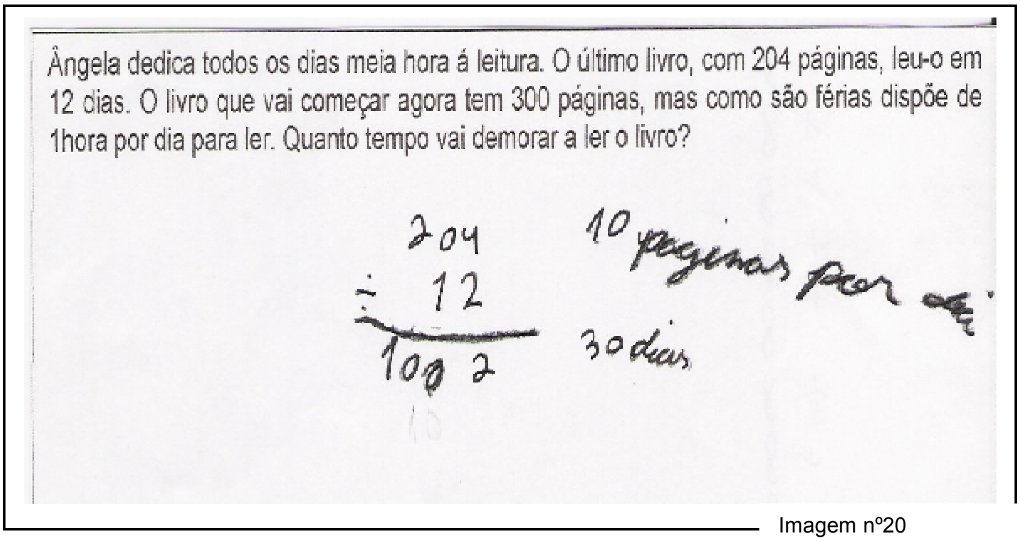


Imagem nº20

Esta é uma subcategoria de análise de protocolos que se refere aos registros “novos”. Entende-se aqui como novo, um algoritmo formal de uma outra operação matemática, modificado para atender uma nova situação. É nessa modificação quanto ao registro, que o atende não por que é ideal, mas por que a criança compreende e dá sentido ao algoritmo fazendo com que este produza uma resposta desejável.

Seção V – Análise de Protocolos

No capítulo anterior, descrevemos os caminhos que nos levaram a um sistema de categorias de análise dos protocolos, assim como as situações que promoveram os registros das crianças. Este novo capítulo trata de apresentar as análises dos protocolos. Ao final, fazemos uma análise dos elementos da criatividade que estão presentes nestes. Organizamos, pois, em suas respectivas categorias de análise, fazendo uma descrição do procedimento da criança, algumas vezes interpretado pela fala, outras pela explicação das mesmas.

A nossa escolha em relação à fundamentação teórica deste trabalho, mostra ao leitor qual a concepção de criatividade que estamos utilizando. Entendendo a Criatividade como um processo complexo da subjetividade humana (Mitjáns Martínez, 2004, p.84), constituído não apenas das condições culturais, sociais, históricas como também afetivas, queremos deixar bem claro, que nosso trabalho tem como proposta a análise das produções matemáticas encontradas em sala de aula, decorrentes da relação da criança com o problema matemático em situação para buscar uma possível relação entre a Criatividade e a Educação Matemática. Sabemos perfeitamente que essa produção é fruto do processo de sua aprendizagem.

5.1) A Criatividade no procedimento de resolução de problemas

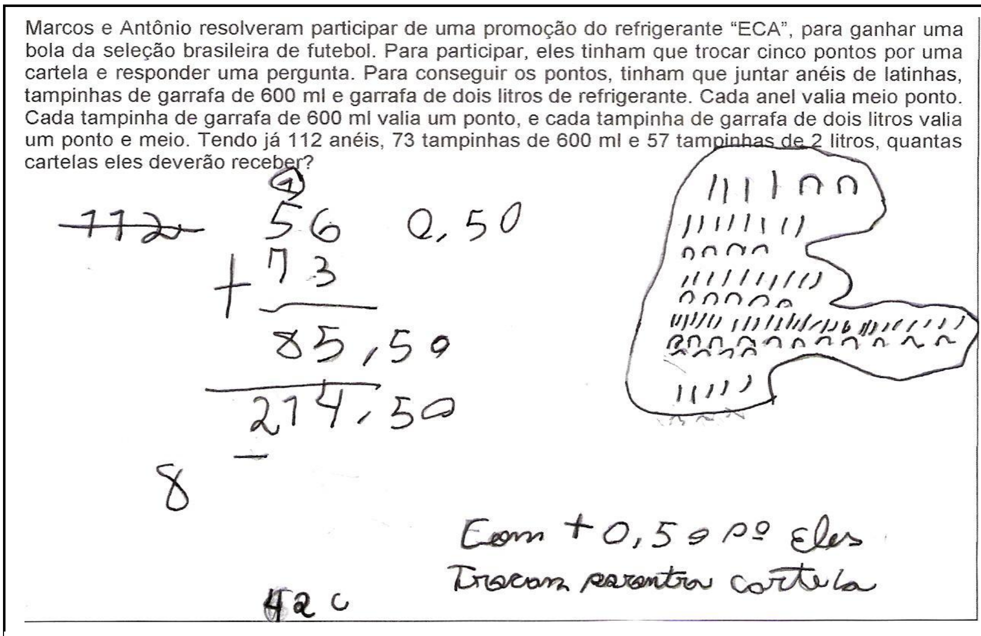
Como vimos anteriormente, esta categoria se refere aos registros que apresentam procedimentos inusitados de resolução de problemas. Para isto, demonstraremos primeiro o que a criança produziu, depois faremos a análise dos protocolos.

5.1.1) Procedimentos com utilização do desenho no registro

Nesta subcategoria, temos quatro análises de protocolos que foram gerados a partir de problemas algumas vezes elaborado por nós, outras que retiramos de alguns livros didáticos disponíveis na própria escola.

Este protocolo é de Mateus, 9 anos, 4º ano. O problema foi proposto por mim, em folha A4. Nesse dia, eu havia trabalhado problemas relacionado a compra de figurinhas do álbum dos Rebeldes (grupo musical infanto-juvenil). Este problema foi pensado e levado para alguma eventualidade. Mateus não se interessou muito pelo problema dos Rebeldes e quis resolver o que ninguém havia respondido. Entreguei-lhe a folha e continuei acompanhando todas as crianças, inclusive o que ele realizava. Outras duas crianças também pediram para resolver, mas quando viram que demandava certo trabalho, desistiram e retornaram aos Rebeldes.

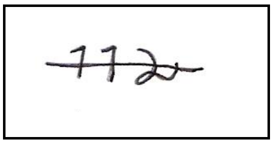
Eis a produção de Mateus:



Marcos e Antônio resolveram participar de uma promoção do refrigerante "ECA", para ganhar uma bola da seleção brasileira de futebol. Para participar, eles tinham que trocar cinco pontos por uma cartela e responder uma pergunta. Para conseguir os pontos, tinham que juntar anéis de latinhas, tampinhas de garrafa de 600 ml e garrafa de dois litros de refrigerante. Cada anel valia meio ponto. Cada tampinha de garrafa de 600 ml valia um ponto, e cada tampinha de garrafa de dois litros valia um ponto e meio. Tendo já 112 anéis, 73 tampinhas de 600 ml e 57 tampinhas de 2 litros, quantas cartelas eles deverão receber?

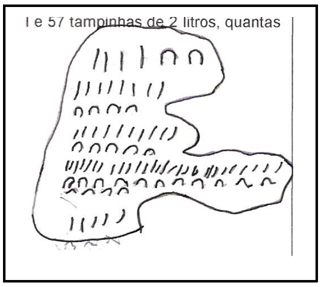
Imagem nº21 Protocolo Mateus

Mateus, me disse que para saber quantos pontos ele tinha, teria que somar tudo. Colocou o valor dos 112 anéis. Depois leu novamente e disse: "só vale meio ponto..." Riscou o desenho:

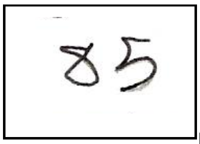


Desenhou algo, mas na hora em que eu cheguei perto, ele já havia apagado. Pedi para que ele deixasse o desenho, pois era muito importante para mim. Assim ele registrou o que havia encontrado com o auxílio do desenho, 56 – ou seja, 112 anéis de lata valeriam 56 pontos. Leu novamente, colocou o 73 –, que equivale a um ponto de cada tampinha.

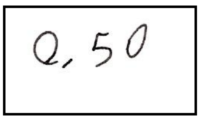
Depois começou novamente a fazer o desenho ao lado (creio eu que um tanto desconfiado): colocou quatro barrinhas e quatro mini-barrinhas. De imediato, não consegui compreender o que estava ali registrado. Por que será que havia aquelas barrinhas grandes e outras tão pequenas?



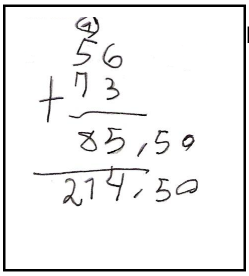
Pedi para que Mateus me explicasse o seu registro. Ele demonstrou na própria folha que, para representar os pontos e o que seriam as metades desses pontos, ele fazia uma ligação para contar duas tampinhas como um ponto, ou seja, duas metades de pontos ou dois meios pontos equivalem a um ponto. Devagar ele foi juntando as metades até completar a quantidade de tampinhas. Contou e recontou.



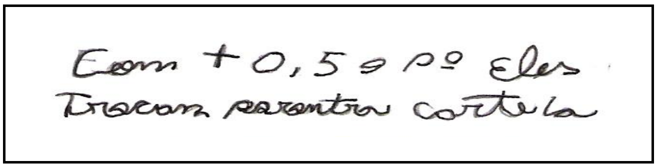
Escreveu 85 – representação de pontos que valeriam as 57 tampinhas - e olhou de novo, precisaria colocar o “meio ponto” ali. Escreveu 0,50 e me perguntou se poderia colocar assim.



Consenti, ele fez a soma e registrou depois o meio ponto novamente.



Pensou mais um tempo e resolveu: Com mais meio ponto, poderia se trocar por mais uma cartela.



Algumas características nesta produção são muito importantes de serem destacadas, uma delas é a quebra do contrato didático (Brousseau, 1998) pré-estabelecido pela professora. Esta foi a primeira produção com registro em que as crianças tinham um pouco de liberdade para realizar seus procedimentos, assim era a primeira vez que eles não tinham um modelo de resolução de problemas predisposto. Eu deixei que cada um resolvesse com o que já sabia. Durante este trabalho, muitas crianças ficavam à espera da correção, e não realizaram as atividades.

Charnay (1995) relata dois exemplos de atividades em classe em que em um desses exemplos esta situação é bem clara:

> « (...) en reprenant l'exemple de la résolution de problèmes, on peut opposer deux types d'exploitation des productions des élèves, qui en retour, influeront sur ce que l'élève fera dans une nouvelle activité de même type. Dans cette classe, le maître « fait une correction » : des élève sont sollicités sucessivement et, guidés par l'enseignant, produisent au tableau une solution que toutr la classe recopie.(p.20) »

No outro caso, ele descreve uma classe onde as soluções das crianças são amplamente discutidas, socializadas, e se valoriza a produção do aluno. Diferente do exemplo que apresentamos onde a resposta correta é apenas a do professor e que as crianças tendem a desconhecer que têm capacidade de resolver determinadas situações, mesmo que estas não sejam da mesma forma que a resolução do professor.

Compreendemos então que alguns problemas mais complexos, que não possuem uma clareza imediata quanto a sua possível resolução, leva a criança a pensar, a elaborar hipóteses, a buscar uma forma de organizar o problema para que este seja significativo e passível de uma resolução. Além dessa compreensão, esse registro nos apresenta uma novidade, a inserção do “meio ponto”. É necessário que se diga que estávamos ainda no início do quarto ano, e as crianças ainda não tinham trabalhado números decimais, fracionários ou soma de números com vírgulas. No entanto, Mateus revela conhecer a representação da moeda e a transferiu para outra situação, sempre verbalizando “meio”. Esse registro mostra um elemento (o desenho) necessário para a compreensão da contagem dos pontos, a partir de um problema.

Este outro protocolo é de Gustavo, 9 anos, 4º ano. Gustavo é um aluno que sempre tira boas notas. Foi o único indicado pela professora. Este problema foi proposto em uma reunião de coordenação pedagógica com as professoras da quarto ano. Como achei que este problema poderia dar muitas respostas interessantes, reorganizei-o em uma folha de papel A4 e entreguei às 4 crianças, que já haviam terminado suas tarefas. Alguns deixaram o exercício pela metade, Gustavo completou a atividade e o colega ao lado copiou dele. Eis a produção:

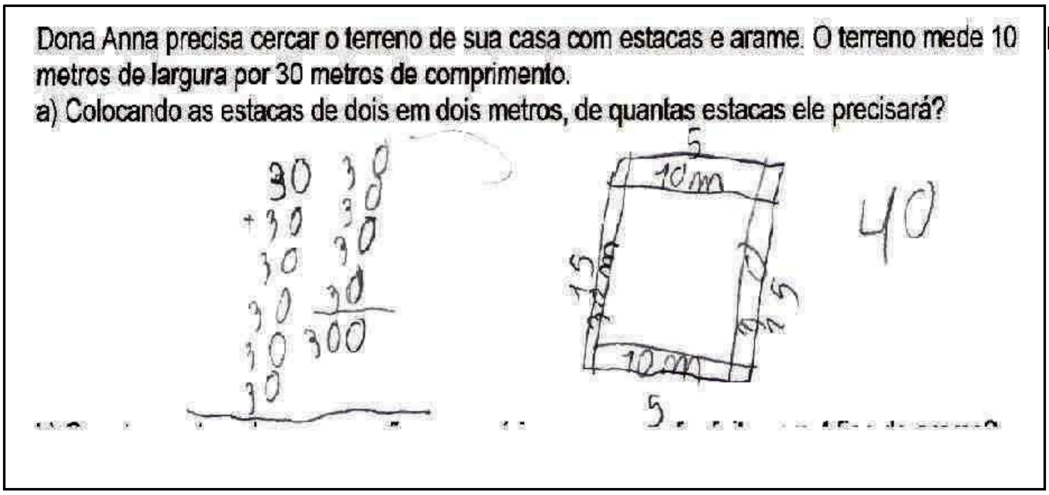
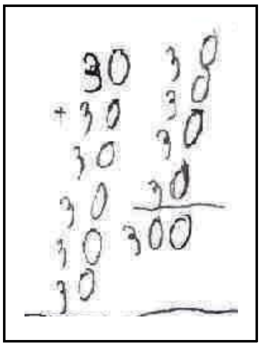


Imagem nº22 Protocolo Gustavo

Ao ler o problema, Gustavo disse que não sabia resolver, mas queria tentar. Pediu-me: - “Espera um pouco...”. Somou dez vezes o trinta:



A seguir, disse-me que achava que não era isso. Perguntou se poderia desenhar. Ao meu consentimento, fez o desenho do terreno e pensou aonde colocaria as estacas. Sentiu a necessidade de registrar as medidas do terreno e verbalmente comentou: “Vou ter que colocar quantos metros são”. Depois registrou a quantidade de estacas relativas a cada lado (ainda verbalmente: “Se são dez metros, e vou colocar de dois em dois: dois, quatro, seis, oito, dez. Dois são dez, então trinta é quinze, com mais trinta, quarenta”).

Gustavo é uma criança muito atenta, adora desafios de Matemática e é o melhor aluno da sala (segundo ele mesmo). É importante ressaltar que ele não teve medo de errar, quando ele viu que a primeira resposta que ele havia dado ao problema não era significativa, imediatamente ele a abandonou e procurou uma outra estratégia de resolução. Outra questão que chamou a nossa atenção é relativa à necessidade do meu consentimento para fazer o desenho. Compreendi que na rotina de sala de aula, os desenhos são reservados exclusivamente para as aulas que necessitavam de desenhos, como Artes e Ciências e que Matemática se faz tão somente com números. Como eu já estava há algum tempo na sala de aula, com eles, acredito que Gustavo se sentiu à vontade para perguntar e arriscar uma outra forma de resolver o problema.

No capítulo anterior, nós discutimos um pouco a respeito dessa prática comum verificada nos registros desses alunos e em outros registros que avaliamos (PISA). A criança faz a operação que primeiro lhe vier à cabeça, ou seja, busca no enunciado alguma palavra que indique a forma de resolução do problema, quando o enunciado não está muito claro para ela. No entanto, Gustavo descobre por si, que poderia ter outras formas de se resolver o problema e, por meio da intuição, encontrou uma resposta satisfatória.

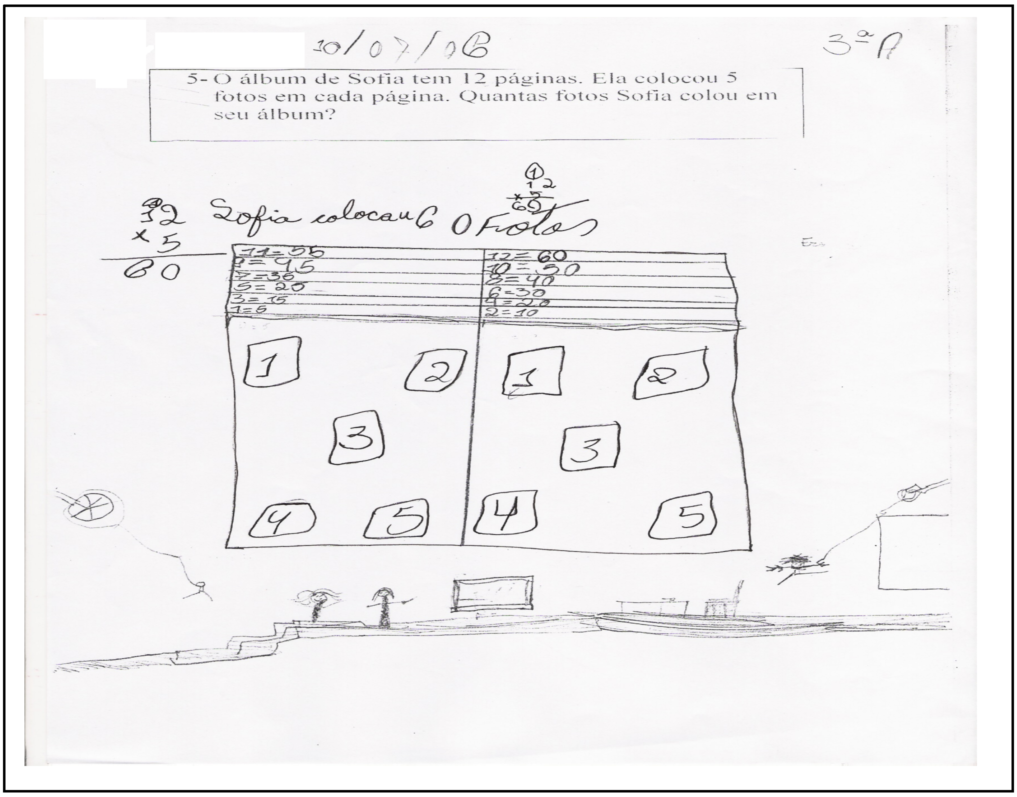
Observa-se que, embora tenha uma suspeita de uma possível solução, Gustavo verifica comigo a possibilidade de ir por um outro caminho. Ainda não sei o que aconteceria se eu dissesse a ele não poderia desenhar, acredito que encontrasse um terceiro caminho. Assim, o registro aparece na produção da criança, como estratégia de resolução do problema e não como ferramenta de comunicação.

Outro ponto importante refere-se ao resultado dado por Gustavo ao problema. Algumas pessoas irão dizer: - “A resposta está errada”. Para um matemático, a resposta seria de 36 estacas, pois as pontas só são contadas uma única vez. Para Manoel (o caseiro do meu pai), a resposta seria de 38 estacas, pois não há sentido em cercar-se um terreno sem que se coloque uma porteira e para ela, haveria necessidade de mais duas estacas. Temos aqui, três respostas válidas para o sentido que cada um dá à situação, mas vamos discutir a questão do sentido mais adiante, pois este vai se repetir muitas vezes.

Este outro protocolo é de Igor, 10 anos, 4º ano. Esta atividade faz parte de uma proposta da professora Ivone, já citada anteriormente. Ela elaborou as questões e distribuiu na sala de aula em folha de papel A4. O comando para a atividade era: - “Façam da forma que vocês acharem melhor”.

Eis o protocolo de Igor:

Imagem nº23 Protocolo Igor

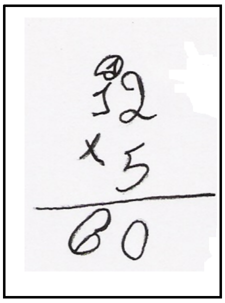


O enunciado do problema dizia: O álbum de Sofia tem 12 páginas. Ela colocou 5 fotos em cada página. Quantas fotos Sofia colou em seu álbum?

Para resolver o problema, Igor desenhou um álbum aberto, com duas páginas completas. Em cada uma, dispôs as figurinhas conforme pedia o problema: cinco em cada página, como numa constelação. Depois, estabeleceu uma relação com os desenhos de livros, cujas folhas aparecem acima em 6 níveis: como são 12 páginas, ele desenha seis de um lado e seis de outro, mostrando o álbum aberto.

Na folhinha acima, ele escreveu que uma página seria igual a cinco figurinhas, que duas seriam iguais a dez figurinhas e assim por diante, chegando a doze páginas iguais a 60 figurinhas, contando sempre de cinco em cinco. Igor aprendeu nas aulas, que para se resolver um exercício de Matemática, ele precisa apresentar números e uma conta que seja validada pelo professor, ou seja, uma operação matemática. Assim, ele faz a conta, chegando ao mesmo resultado anteriormente encontrado no desenho do álbum.

Aqui, fazer o registro do álbum, não significa necessariamente que Igor desconheça a multiplicação, pelo contrário, ele se vê até bem à vontade com o registro formal:



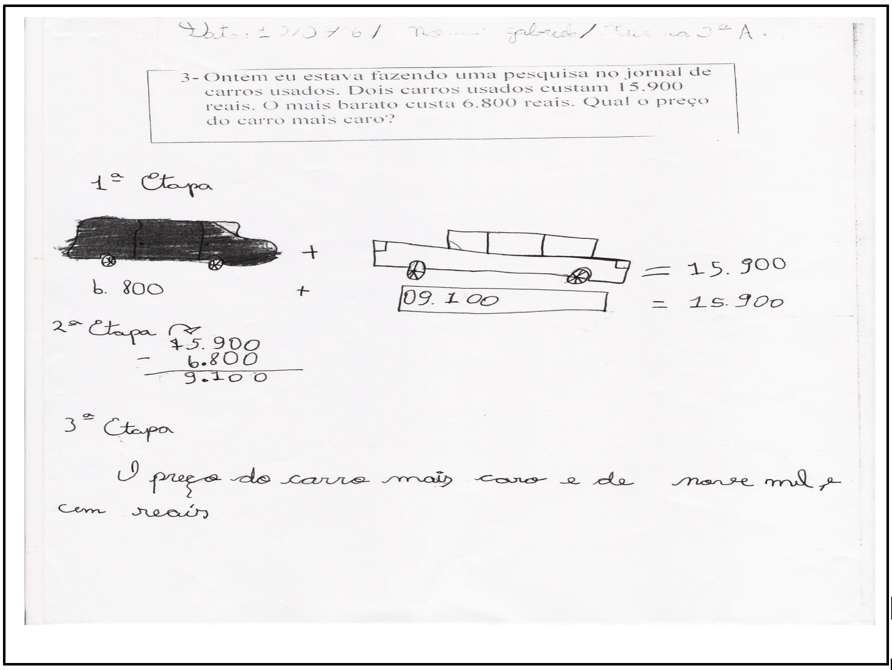
Observamos que a necessidade de dar um sentido ao enunciado faz com que o desenho com o registro, não seja para cumprir um contrato didático, mas para organizar a compreensão do enunciado.

Este próximo protocolo foi produzido na mesma situação do anterior. É de Elisa, 9 anos, 4º ano. Este também é um problema que foi proposto para que a criança buscasse a resolução da forma que quisesse, produzindo seus caminhos.

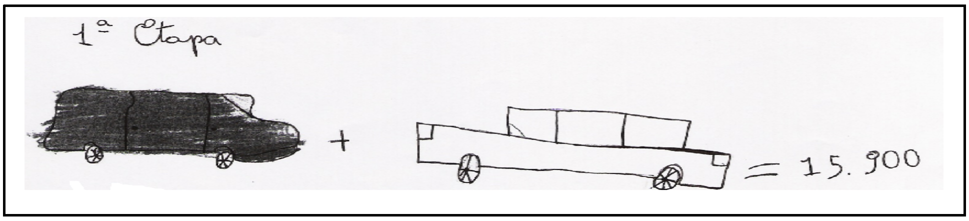
O enunciado dizia:

"Ontem eu estava fazendo uma pesquisa no jornal de carros usados. Dois carros usados custavam 15.900 reais. O mais barato custa 6.800 reais. Qual o preço do carro mais caro?"

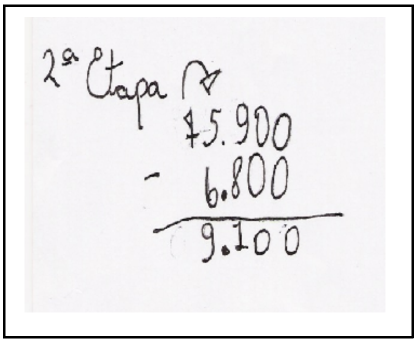
Imagem nº24 Protocolo Elisa



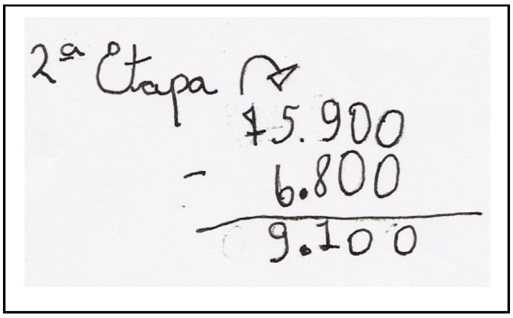
Elisa divide seu procedimento em etapas. Na primeira etapa, ela desenha os carros em um formato de equação (mesmo desconhecendo o que seria uma equação), abaixo, ela dá os valores que estão presentes no enunciado do problema: um carro custa 6.800 + um valor desconhecido, representado por um retângulo, igual a 15.900.



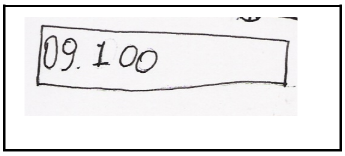
Na segunda etapa, ela faz o cálculo, e descobre o valor de 9.100.



Na terceira etapa, ela dá a resposta.



Num último momento, ela escreve no retângulo vazio, o valor do carro.



O que nos encanta neste protocolo, é a estratégia promovida pelo desenho utilizado para descobrir o cálculo a ser realizado. Houve uma necessidade de organizar o pensamento, as idéias que surgiam e a elaboração da estrutura de resolução do problema, passo a passo, representando o pensamento da criança durante o procedimento.

É interessante lembrar, que até a pouco tempo, as resoluções de problemas eram orientadas por meio de estágios, um chamava-se sentença matemática, onde colocávamos as sentenças do tipo: X + = Y. O segundo estágio se chamava operação, onde havia um espaço para cálculos, e enfim, o último, a resposta escrita, sob forma de frase, que concluiria o problema. Sabíamos que este procedimento não era uma prática comum nesta sala de aula, pois estávamos acompanhando todo o processo. Essa foi a forma que Elisa encontrou para organizar seu pensamento, de maneira que, o que ela registrasse fosse significativo. Diferentemente da época em que isso era a única estratégia para todos que resolveriam problemas semelhantes.

Nessa categoria, notamos então, que o desenho é parte essencial de todos esses protocolos. O desenho é uma notação para pensar. Brizuela (2006), em um trabalho conjunto com Schliemann e Carraher, mostra que as notações podem representar não apenas o que foi feito no processo de solucionar um problema, mas que as notações podem se tornar ferramentas “para pensar e refletir sobre um problema (p. 78)”. Entendemos aqui, o desenho como uma notação importante, ela faz parte do registro da criança e atua como ferramenta organizadora de esquemas de ação do pensamento da criança.

Creio que, quem melhor expressa a importância do desenho neste processo é Bakhtin (1979, 2003) quando diz que:

> A imagem deve ser compreendida como o que ela é e como o que significa. Através dos encadeamentos semânticos mediatizados, o conteúdo do símbolo autêntico está correlacionado com a idéia de totalidade mundial, com a plenitude do universo cósmico e humano. O mundo tem sentido. (...) Toda interpretação do símbolo permanece ela mesma símbolo, só que um tanto racionalizado, isto é, um tanto aproximado do conceito. (p.398)

Embora Bakhtin esteja se referindo a uma linguagem que não é propriamente a Matemática, - a começar pelo título da sua obra “Estética da Criação Verbal” - compreendemos como imagem, aquela representação com significados culturais que possuem sentido próprio àquele que o utiliza. Realmente, quase um conceito em si. Nesse contexto, o desenho mais que uma ferramenta é legitimador, por levar a criança que o utiliza a uma interpretação semântica do mesmo.

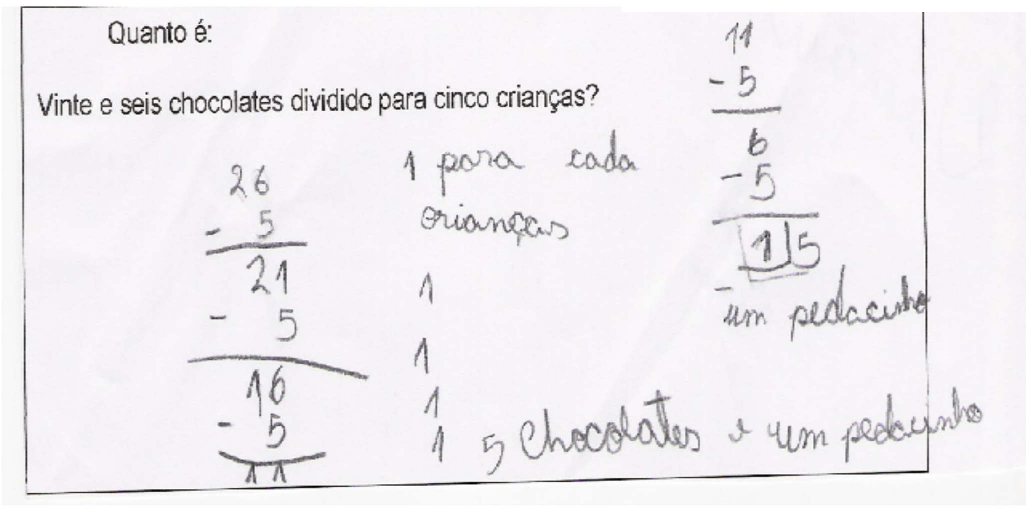
5.1.2) Procedimentos por meio de outras estruturas matemáticas

Nesta subcategoria agrupamos protocolos novos quanto ao procedimento de resolução de problemas. Nós a subdividimos ainda em duas outras partes: procedimentos por meio de estruturas aditivas e procedimentos por meio de estruturas multiplicativas. Vemos aqui, entretanto, que os dois problemas relacionados a essa categoria, sugerem uma resolução pelo processo de divisão.

5.1.2.1) Procedimentos por meio de estruturas aditivas

Este problema foi elaborado a partir de uma aula que tive na graduação, sobre a importância de se dar sentido à divisão. Aqui, eu queria observar se haveria produções criativas em um problema sem um "enunciado" explícito, ou seja, do tipo "arme e efetue", de forma que a criança entendesse o que se pedia. Propus então, às crianças que estavam em sala de aula e esperavam a sua vez para ir à aula de informática, que realizasse algumas atividades que eu havia levado. Algumas crianças tinham tarefas pendentes para fazer e Anna, 9 anos, 4º ano, que apenas aguardava, resolveu este problema. Após algum tempo, me mostrou sua produção:

Imagem nº25 Protocolo Anna



Em um problema direto – vinte e seis chocolates para 5 crianças -, Anna faz: 26 chocolates menos 5, um para cada criança, são 21, 21 menos 5 são 16, 16 menos 5 são onze,11 menos 5 são 6, e menos 5 resta 1 chocolate.

Até aqui, o procedimento é normal para uma criança que está desenvolvendo um raciocínio de divisão por subtrações sucessivas, o que não podemos julgar como produção criativa, pois é conceito e procedimento tratado na escola. Mas o que fazer com o que restou?

Aqui é que Anna dá um salto qualitativo em relação à natureza do problema. Anna provavelmente já tinha visto o sinal de divisão utilizado em cálculos e arriscou. Dividiu um chocolate para cinco crianças e chegou ao resultado conhecido por ela: um pedacinho. Então deu sua resposta: cinco chocolates e um pedacinho para cada criança.

Como Anna desconhece o algoritmo formal da divisão, ela o faz pela subtração sucessiva, realmente distribuindo um para cada, como se faz no cotidiano. Depois viu que sobrava um. Como Anna sabia que chocolate é algo que se pode partir, ou seja, a própria natureza do objeto leva a uma ação diferenciada da criança. Ela tem a noção de partilha, mesmo sem o conhecimento do que é uma fração. Normalmente as professoras orientam a atividade, mostrando à criança que deixe o resto, até que saibam o que é uma fração, ou tenham noções de números decimais. No caso de Anna, observamos que no cotidiano, um chocolate não sobra. De alguma forma as crianças irão comê-lo. Sua resposta de um pedacinho mostra uma reflexão acerca do resto, significativamente concluída e criativa.

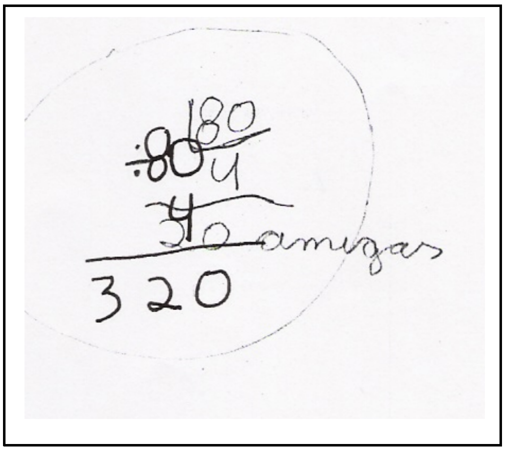
5.1.2.2) Procedimento por meio de estruturas multiplicativas

Esta subcategoria de análise se refere ao procedimento que apresenta uma resolução por meio da multiplicação. Este protocolo é de Alexandre, 9 anos, 4º ano. Aqui, o problema foi apresentado em uma folha de papel A4, copiado do livro didático utilizado em sala de aula.

Neste protocolo, Alexandre nos revela as suas tentativas de resolução do problema. Mais uma vez nos deparamos com os casos de Mateus e de Gustavo. As crianças arriscam as suas hipóteses, até encontrar aquela que para ele se adeqüe melhor à resolução do problema.

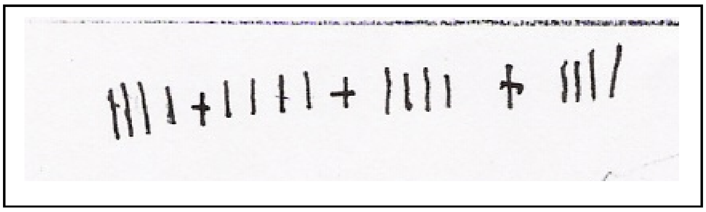
O enunciado do problema dizia: “Joyce quer distribuir igualmente 80 figurinhas dando 4 figurinhas para cada amiga. Quantas amigas de Joyce receberão figurinhas?”

A estratégia inicial de Alexandre foi a de multiplicar o número 80 por quatro, resultando em 320.



Este registro posteriormente “apagado” pelo Alexandre só foi percebido durante a análise. Temos a hipótese de que Alexandre não se satisfez com a resposta encontrada e então resolve apagar e recomeçar. Podemos supor também que tal procedimento pode ter sido gerado a partir do próprio enunciado do problema: ”4 figuras para cada um”, ou seja, que esse enunciado poderia levar a criança à uma idéia de multiplicação. No momento posterior, Alexandre consegue mobilizar conhecimentos anteriores para resolver o problema, pois já tinha visto o símbolo da divisão, apenas não compreendia sua estrutura, totalmente diferente da soma, subtração e multiplicação.

No momento em que ele descobre a “operação” a ser realizada, arrisca:



Alexandre desenha tracinhos que representam os números e a partir do raciocínio descoberto, ele constrói uma seqüência de multiplicações por adição de parcelas repetidas:

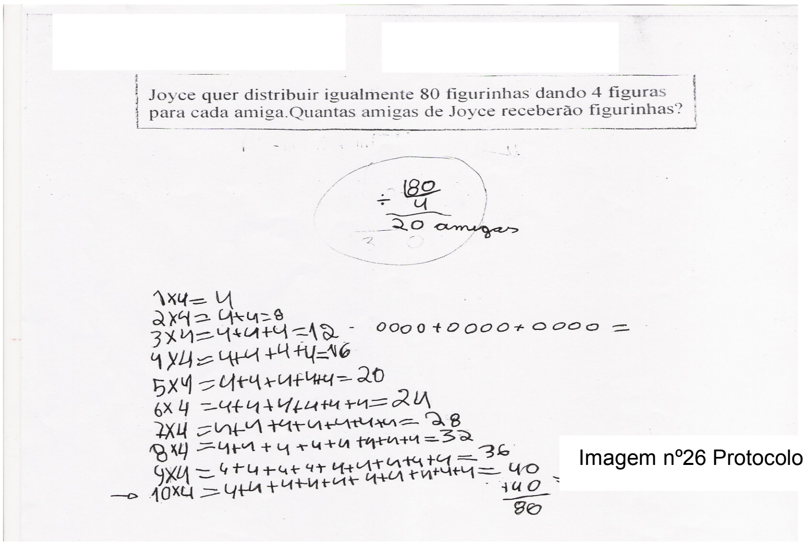
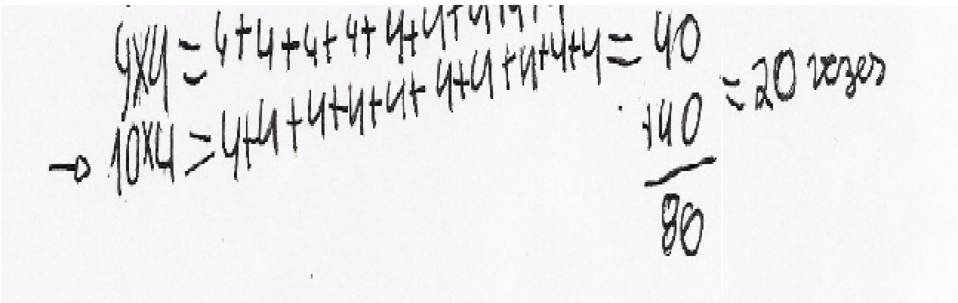


Imagem nº26 Protocolo Alexandre

Afinal, a situação permitia que ele pensasse: uma ganha quatro, duas ganham oito e assim sucessivamente, construindo a tabuada do número 4, que são as figurinhas a serem distribuídas por Joyce. E assim o faz: 1x4, 2x4, ..., 10x4. Ao chegar a dez, totalizando 40, revela que sabe que este é metade de oitenta, então soma estes 40 com outros 40, representantes da outra metade e obtém o total de figurinhas a serem distribuídas. Ao observar que se para ter 40, ele distribui 10 figurinhas para cada um, em 80 ele tem 20 vezes 4, ou seja, 20 figurinhas para cada amiga de Joyce. Assim, ele volta para sua conta e conclui: 20 amigas.

O grande salto de Alexandre está evidenciado, quando ele sinaliza para nós o seu raciocínio:



A resposta encontrada estaria no multiplicador e isso se revela pelo procedimento cognitivo imbuído de significado, daquele que estava "operando".

O interessante é que o algoritmo formal que Alexandre monta, não tem nenhum significado para ele, o que faz sentido é a adição de parcelas repetidas, que ele constrói como procedimento para a resolução do problema, ou seja, a multiplicação, muito clara e bem conceituada no próprio fazer de Alexandre. Verificamos aqui, a Criatividade na estratégia da resolução de problemas. A criança recorre o tempo todo a algo conhecido a avança dentro do seu conceito de divisão, mesmo não sabendo como estruturar o algoritmo da divisão em um modelo formal.

Panizza (2006), quando se refere ao ensino de sistemas simbólicos, nos faz pensar nas produções de Alexandre, assim como nas produções de Mateus, Anna e Gustavo. A autora faz uma reflexão quanto a ensinar fazer contas mecanicamente. Lembro-me bem que eu fazia muitas contas com valores diferentes, apenas para “decorar” o modo de fazer. Na verdade, era o que a minha professora pedia nas avaliações e geralmente o que modificava da revisão para a prova na aula seguinte, eram os valores numéricos. Isso nos leva a refletir sobre qual seria o papel da resolução de problemas:

> O fato de os mecanismos de cálculo poderem ser utilizados “automaticamente” é, sem dúvida, um objetivo da educação matemática. Todavia também se espera que os conceitos matemáticos – embora não sejam mecanismos – estejam disponíveis, que se possa ter acesso a eles “automaticamente”, uma vez adquiridos. É o que acontece quando conceitos e algoritmos são do domínio do sujeito. (Panizza, p. 29)

Nos registros de Anna e de Alexandre, notamos que há uma flexibilidade do pensamento, talvez gerada pela própria situação que envolve o problema. Ambos não tiveram dificuldades em pensar sobre o próprio registro, exigindo deles, muito mais que um decorar automático, uma reflexão sobre o fazer matemático, de forma que a resposta fosse não mais para o problema proposto pela professora, mas para eles mesmos.

Compreendemos que alguns processos considerados como criativos aparecem quando a criança se vê numa situação de insegurança frente aos procedimentos formalmente exigidos, sendo levados à busca de estratégias com significados que demonstrem Criatividade.

5.2) A Criatividade no registro

Nesta categoria, já definida no capítulo anterior, analisamos a produção de duas crianças, Heitor e Arthur. Aqui encontramos procedimentos que demonstram um alto valor matemático presente no registro.

5.2.1) A partir da estrutura do número

Este problema foi apresentado pela pesquisadora Ivone, em folha de papel A4, em sala de aula, propondo que fosse realizada de forma livre. Heitor, 10 anos, 4º ano, mostra um registro inusitado que aparece com um procedimento realizado por meio da decomposição do número, isto é, mostrando que ele se utiliza da própria estrutura do número para resolver o problema:

O problema tem como enunciado:

Fui ao Carrefour e gastei R$ 182,00 com mochilas para meus 4 sobrinhos. Tiago, Vítor, Tainá e Paulo. Quanto custou cada mochila?

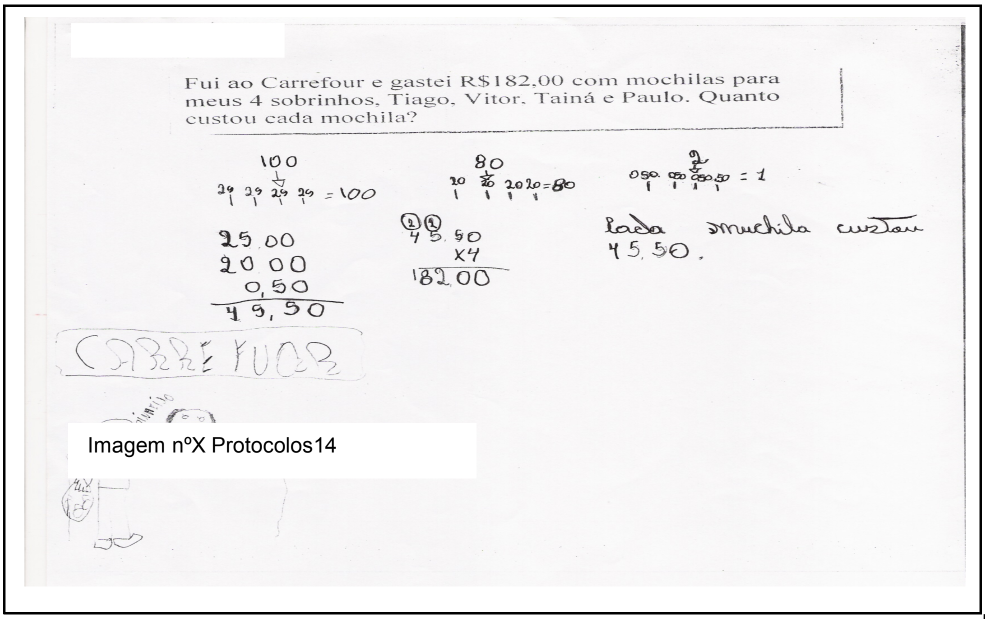
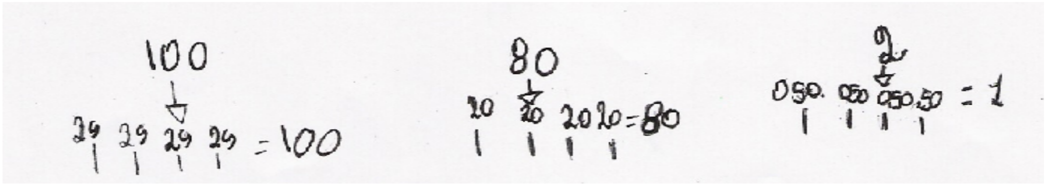


Imagem nº 27 – Protocolo Heitor

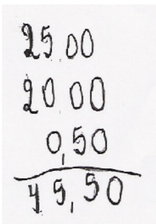
Observamos que há um problema quanto a sua elaboração, pois posso comprar 4 mochilas e gastar 182,00 sem que necessariamente elas tenham o mesmo valor. No entanto, Heitor por opção, resolve que elas teriam os valores iguais. Neste caso, ele decompôs o número 182, em 100+80+2.



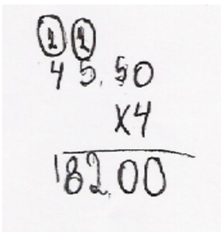
O número 100, equivalente a reais, é dividido em quatro partes de 25 (contando nos dedos: 100 dividido por 2 é igual a 50, 50 dividido por dois é 25). O número 80 é dividido da mesma forma em quatro partes iguais de 20 e finalmente o 2 em quatro partes de 0,50.

Cabe aqui ressaltar que, mesmo encontrando 4 de 0,50, a atividade não foi acompanhada de dinheirinho (prática que deveria ser comum em sala de aula, proposta pelo Projeto em que as professoras participam). Temos então, que Heitor, fazendo parte do projeto do Supermercado, assim como vivencia no seu cotidiano, troca os dois reais por 4 moedas de cinqüenta centavos, já que a situação do problema envolve dinheiro. Possivelmente durante o procedimento, ele pensou no dinheirinho, fazendo uma transferência de esquemas para esta situação.

Achando o valor de cada parte, ele soma e encontra 45,50.



Ao lado, ele tira a prova real, ensinada na sala de aula, e verifica se o valor está correto e dá a resposta: cada mochila custou 45,50.



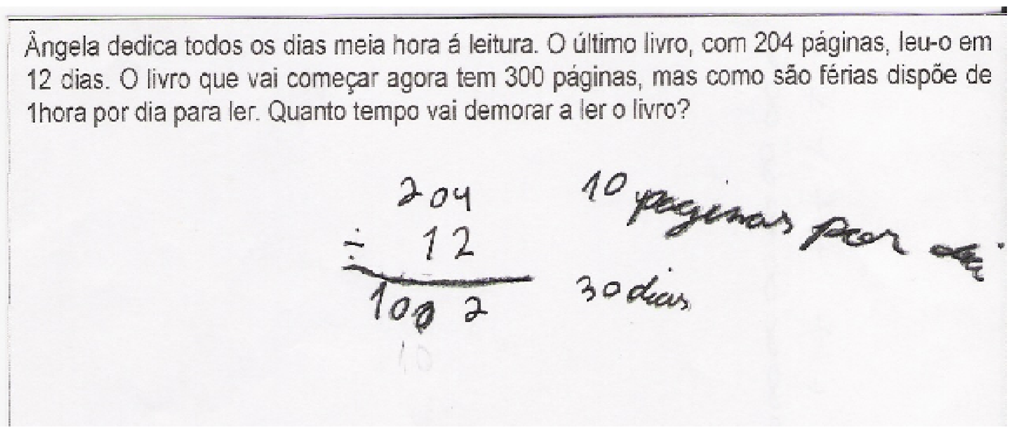
Sabe-se que Heitor desconhece o algoritmo formal da divisão, no entanto ele tem perfeita noção do conceito de que dividir é partir em tamanhos iguais. Ele então, utiliza as formas de cálculo que tem acesso, o conceito de medida - presente no cotidiano em uma situação que envolve dinheiro -, a soma e a multiplicação. Mais uma vez o não conhecimento de processos formais serve como disparador de processos considerados criativos na produção matemática.

5.2.2 - Por meio de um registro "novo"

Nesta subcategoria de análise analisamos o protocolo em que a criança transfere um modelo formal de procedimento para outro que ela desconhece, criando, na verdade, uma utilização competente e válida do mesmo.

Neste caso, temos o protocolo de Arthur, 9 anos, 4º ano. Este problema foi dado no dia em que eles não podiam ir para a recreação por causa da chuva. Todos tiveram que ficar na sala de aula. Eu propus alguns jogos, a professora deixou livre o tempo que tinham, para que brincassem na sala, desde que eles não fizessem muito barulho. Alguns alunos me pediram para ver o que tinha dentro da minha pasta. Lá havia alguns problemas e eles quiseram fazê-los. Alguns abandonaram o problema sem concluí-lo e foram brincar, mas três deles permaneceram comigo. Este problema tinha sido retirado de um livro didático. Antes de apresentar a resolução de Arthur, é necessário que se diga que o enunciado apresenta uma falha quanto à complexidade da situação, pois ela dificilmente teria uma única resposta.

Normalmente, antes de realizar atividades com as crianças, passamos as situações ao orientador, para que avalie, com outro olhar, o que estamos utilizando como instrumento de pesquisa. No entanto, algumas das atividades nós retiramos de livros didáticos e na medida em que uma oportunidade surgia, elas eram tidas como sugestões rápidas e estratégicas. Assim, Arthur apresentou a seguinte produção:


Ângela dedica todos os dias meia hora á leitura. O último livro, com 204 páginas, leu-o em 12 dias. O livro que vai começar agora tem 300 páginas, mas como são férias dispõe de 1hora por dia para ler. Quanto tempo vai demorar a ler o livro?

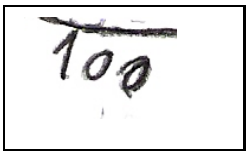
204
÷ 12
100 2

10 paginas por dia

30 dias

Imagem nº28 Protocolo Arthur

Arthur, ao se deparar com o problema, arriscou de forma aleatória, números que pudessem ser a resposta: cem dias, duzentos dias... Mas eu pedi para que ele tentasse resolver. Ele ficou por algum tempo pensando no problema, cerca de cinco minutos. Até que resolveu "dividir" o número de páginas pelos dias para tentar saber quantas páginas ela iria ler. Não perguntou nada. Colocou tranqüilamente os números e começou a resolver em voz alta: - "duzentos dividido por dois dá cem";



"Quatro dividido por dois dá dois".

Cem dividido por dez (contando nos dedos e verbalizando): - "dez, vinte, trinta, quarenta, cinqüenta, sessenta, setenta, oitenta, noventa, cem! Dez! Como são trezentas páginas, trinta dias. Pronto!" Olhou para mim e perguntou: - "ta certo"? Eu devolvi a pergunta e ele me respondeu que estava certo para ele.

Este registro nos fornece informações acerca de possíveis procedimentos de como a criança resolve problemas com algoritmos que não são convencionais para esse tipo de operação (o da divisão), por meio de estruturas conhecidas. Fato interessante mostra também como a criança dividiu, separando os números para que pudesse operar. Nota-se que, quando ele divide 200 por 2, registra o 100.

Quando ele divide o 4 por 2, coloca separado do número 100. Para outra pessoa que não esteve presente, ou que não conversou com a criança a respeito da sua produção, poderia pensar que se tratava do valor de 1002. Arthur, então, faz o resto do cálculo mentalmente, mas com o auxílio dos dedos: dez, vinte, trinta, quarenta, cinqüenta, sessenta, setenta, oitenta, noventa, cem. Na verdade, ele está dividindo por um processo inverso, o de adição de parcelas iguais, até chegar ao valor de que ele necessita.

Quanto ao número 2, na nossa interpretação, ele simplesmente descarta, por não ser significativo, se ele fizer a divisão por dez. Não perguntei aqui o que ele acharia de dividir o 2 por 10, pois não achei necessário, já que, para o objetivo da atividade, o resultado foi excelente. Principalmente, quando deu ao problema uma solução pertinente, mostrando um registro “novo” e com alto valor cognitivo, que pudesse refletir sua autonomia no fazer matemático.

Esta categoria nos mostra uma lógica de raciocínio totalmente nova diante das outras produções da sala de aula. As crianças mostram em seus protocolos registros com uma estrutura matemática muito própria da criança. Em ambos os casos, as crianças (Heitor e Arthur), produzem algoritmos totalmente imersos no sentido que eles atribuem ao problema, que foram capazes de promover um salto em sua aprendizagem.

5.3 – Reflexões Finais “acerca” das análises

Nessas análises, vimos oito produções matemáticas de crianças do quarto ano do ensino fundamental, altamente significativas para a Educação Matemática. É claro que, por serem criativas, houve dificuldades em estabelecer relações entre elas, pois divergiam quanto ao próprio procedimento de resolução de problemas estabelecido pela escola. Afinal, as produções variavam tanto de aluno para aluno quanto de situação para situação. Isso significa que a investigação a respeito da criatividade é complexa, tanto quanto é fértil e de difícil correlação e sinalização.

No momento das análises, observamos que havia muitos pontos de intersecção de análise da Criatividade entre os protocolos. Optamos por fazê-las nesse momento de conclusão para que o texto ficasse mais lógico e menos repetitivo. Essas características são a alma do nosso trabalho, perpassaram todos os protocolos e vão se encontrar neste momento de pré-conclusão deste capítulo. São elas:

- Quanto à situação;
- Quanto ao sentido e à subjetividade e;
- Quanto à criatividade.

Quando nos referimos a uma característica que relacionamos quanto à situação, estamos falando da produção matemática das crianças dentro de uma visão de Brousseau (1998), acerca da situação que gerou tais produções, ou seja, de condições básicas a partir de um *milieu*. Brousseau (1998) elaborou uma teoria sobre situações didáticas, propondo elementos fundamentais que perpassaram este trabalho, como de situação adidática e contrato didático, que trazem subsídios importantes para o reconhecimento e a análise de produções criativas na atividade matemática das crianças:

> « Cette situation ou ce problème choisi par l'enseignant est une partie essentielle de la situation plus vaste suivant : le maître cherche à faire dévolution à l'élève d'une situation adidactique qui provoque chez lui l'interaction la plus indépendante et la plus féconde possible. Pour cela, il communique ou s'abstient de communiquer, selon le cas, des informations, des questions, des méthodes d'apprendissage, des heuristiques, etc. L'enseignant est donc impliqué dans un jeu avec le système des interactions de l'élève avec les problèmes qu 'il lui pose. Ce jeu ou cette situation est la *situation didactique* .» (p. 60)

Nesse sentido, compreendemos que todas as produções apresentadas nas análises de protocolos, são frutos de uma situação didática, que, na perspectiva do aluno, essas produções se mostram dentro de uma situação adidática (quando o problema não é mais do professor, mas se torna do próprio aluno). Algumas vezes, com muita resistência, devido à quebra de contrato didático e outras vezes favorecidas por um novo contrato didático.

No entanto, consideramos que não só o *milieu* ou a situação era responsável pelas produções. É claro que o essencial era a própria criança, ou seja, a relação dela com o problema e como ela dava significado à situação. Mais do que isso, a subjetividade na forma com que ela resolveu o problema, nos caminhos escolhidos para tal resolução.

Toda esta complexidade envolvida no procedimento da criança nos levou aos trabalhos de González Rey (2004) sobre o sentido subjetivo, pois somente este poderia nos dar pistas para a resposta que desejávamos, ou seja, por que, em uma determinada sala de aula, com um mesmo ambiente algumas crianças se sobressaíam tanto e outras não. Percebemos que refletem na produção da criança, o significado e o sentido que elas dão ao processo, como anteriormente falamos da produção de Gustavo e dos argumentos de Manoel (caseiro do meu pai).

Fico até emocionada quando vejo o enlaçamento perfeito entre uma teoria tão complexa e as produções de crianças tão pequenas. Realmente, elas já são grandes matemáticas, capazes de produzir, de criar... Criativos... Criatividade: Nesse momento, compreendi que o sentido subjetivo é a mola mestra da Criatividade.

Podemos ver, então, nas produções matemáticas dessas crianças do quarto ano do ensino fundamental, em uma proposta de uma situação didática, elementos de sentido subjetivo que caracterizam estes protocolos com únicos, de alto valor cognitivo e, principalmente, criativos.

Seção VI – Discutindo os Resultados da Pesquisa

O melhor de Hagar, o Horrível
Dick Browne (2005)

Neste capítulo, discutiremos pontos que necessariamente precisam de uma atenção especial. Trata-se das surpreendentes descobertas que fomos pontuando no decorrer de nossa pesquisa, importantes para nós, como pessoas e para o nosso percurso como pesquisadores. Ou seja, tudo aquilo que aprendemos sobre Criatividade e Educação Matemática e, mais, o elo que as entrelaça, estando com as crianças, estudando suas produções e falas e procurando o embasamento teórico que explicasse e fundamentasse nossas teorias de que é possível se conseguir registros de alto valor criativo, mesmo tratando com uma ciência que exige respostas exatas.

E, para ilustrar um ponto, já mencionado anteriormente, mas que gostaríamos de aprofundar, atrevemo-nos trazer para discussão, a fala de um personagem famoso das histórias em quadrinhos: Hagar, o Horrível. Observemos que ele conversa com seu filho e o que diz para o que nos propomos aqui, é muito pertinente. Ele faz a seguinte observação: - *Livros são bons, imagino – mas lembre-se do ditado: "a ignorância é a mãe da aventura"*. Vindo de um viking analfabeto e ignorante no que se refere a livros, pode parecer um comentário meramente ocasional mas, ao contrário, vem a propósito e se encaixa perfeitamente ao que gostaríamos de evidenciar. Para tanto, faremos uma comparação entre a fala do Hagar e nosso trabalho:

Como já nos referimos, ao proceder à análise dos protocolos, optamos por propor aos alunos, problemas que os levassem à necessidade de um raciocínio que antes não havia sido cobrado, pois pretendíamos avaliar seu desempenho diante de algo desconhecido. Dessa forma, a maioria dos problemas apresentados envolve a idéia de divisão e pediam uma elaboração constante e reorganização do pensamento lógico. Isso significa dizer que, durante todo o tempo, nós trabalhamos com a ignorância das crianças, no que se refere ao domínio da técnica, embora entendêssemos que se tratava de proposições que elas poderiam resolver, se tentassem, necessitando apenas se dispor a utilizar novas estratégias. Devemos esclarecer que permitimos sempre a liberdade de optar por fazer ou não as tarefas, que não tinham nenhum caráter de obrigatoriedade. Para aqueles que as resolveram, foi muito bom, para aqueles que mostraram um caminho novo, foi realmente uma aventura.

Verificamos, então, que a Criatividade percorre o contexto desta investigação, numa relação diretamente proporcional à ignorância, dado o fato de que ela se manifesta quando se busca uma solução para a qual não se tem um caminho pré-determinado, ou seja, só podemos descobrir o que ainda não conhecemos, só podemos criar se acreditarmos que somos os primeiros.

No último dia do ano letivo, tivemos uma confraternização, na escola em que realizamos a pesquisa. As crianças compraram pizzas com o dinheiro que arrecadaram durante o ano e, aproveitando o ambiente descontraído, conversei com elas sobre o trabalho que realizamos juntos. Perguntei a elas, o que entendiam por Criatividade. Elas me responderam que ser criativo seria poder criar coisas e que o Mateus era o aluno mais criativo da sala de aula. Indaguei, ainda, o que fazia do Mateus o menino mais criativo. Responderam que ele era criativo porque sempre criava coisas novas e fazia da sala de aula um lugar divertido para todos, pois tudo o que ele criava, compartilhava com os demais.

Mateus não precisou absolutamente, da pesquisa para se mostrar como uma criança criativa, ele teve o reconhecimento de suas habilidades de seus próprios colegas. E Mateus era exatamente aquele aluno que a professora dizia ser demasiado lento e que não conseguiria realizar as atividades propostas. Também é a mesma criança que, durante a resolução dos papiros, teve a idéia brilhante de "encurtar" as continhas, somando os valores do 16º dia com os valores do 15º dia, para se ter o valor do 31º dia. Para os colegas da sala, é o colega que sempre tem uma brincadeira nova ou uma história para contar.

Vimos aqui que Mateus, mesmo sendo um aluno que não demonstra para a professora, um desempenho escolar excepcional, ele se revela o mais criativo da sala de aula, e nos reafirma a hipótese de que nem sempre a Criatividade é bem vista na sala de aula, e que desempenho escolar e Criatividade nem sempre caminham juntos.

Nos momentos que antecederam a nossa intervenção na sala de aula, buscamos, através de atividades, descobrir quais conceitos matemáticos as crianças já haviam adquirido. Isso nos levou a perceber, que as crianças não só entendiam perfeitamente o que era soma e subtração, como eram capazes de operar utilizando modelos formais de resolução de problemas. Entendemos, pois, que para que verificássemos uma flexibilidade no pensamento matemático da criança, deveríamos nos programar para preparar os alunos para a aquisição de novos conceitos, trabalhando dentro da zona de desenvolvimento proximal. Isso significa dizer que, entre o desenvolvimento real e o desenvolvimento potencial, essa zona nos proporcionaria uma maior mobilidade que poderia promover o aparecimento de algoritmos inusitados.

Propor desafios nessa perspectiva, implica em conhecer aluno por aluno, e para isso, foi necessário compreender não só as suas reais possibilidades, como também o sentido e o significado (González Rey, 2004) que eles davam à sua própria aprendizagem e ao fazer matemático.

A pesquisa assim, nos trouxe a importância da autonomia para uma aprendizagem significativa dos conceitos matemáticos e da procura de estratégias de resolução de problemas. Kamii (2005) refere-se à importância da autonomia na criança como propulsora da própria construção do conhecimento. As habilidades cognitivas teriam, sob este enfoque, uma produção mais independente e crítica que nos leva a pensar em uma aprendizagem significativa. De todo, compreendemos que a autonomia é imprescindível, mas não poderemos nos esquecer de que mais fatores levaram a essa autonomia da criança. É importante ressaltar que havia a necessidade de consentimento durante o processo de resolução de problemas, ou seja, as crianças não tinham autonomia no seu fazer matemático, e no início da intervenção, arriscar uma hipótese tinha sempre que vir com a autorização do professor.

Compreendemos que o medo do erro parece gerar mais que uma recusa em realizar as atividades, ou seja, em uma não aprendizagem por parte do aluno e de forma bem diferente, o professor também não aprende com os caminhos escolhidos pelo aluno. Descobrimos que aprendemos muito todas as vezes em que tentamos descobrir como foi que um determinado protocolo foi gerado, nossa alma de pesquisadores se sente motivada pelos desafios encontrados nas salas de aula, assim como um xadrezista que se vê diante de uma nova jogada. Queremos sempre aprender com as crianças, mesmo que tenhamos sido educados em uma cultura do medo de ser diferentes. Percebemos assim, que o professor é também responsável pelo espaço que deve ser estimulado para que a autonomia e a intuição possam ser ferramentas dentro do processo de aprendizagem da criança.

Se estivéssemos buscando centralizar o foco apenas na criança, em relação à sua aprendizagem, limitaríamos consideravelmente o processo de construção do conhecimento, como a algo que parte somente da criança. Na verdade, lembrando o tempo que ficamos em sala de aula, sem que aparecesse nada que nós pudéssemos considerar como criativo, e acreditássemos que a iniciativa de recorrer a estratégias criativas parte da criança, teríamos desastrosamente desistido, sem que um só registro que merecesse atenção especial fosse apresentado.

Entretanto, foi por acreditar na nossa responsabilidade como educadores, que intervimos para proporcionar ao aluno, uma oportunidade de se reconhecer como co-produtor de conhecimento, ou melhor, como criador. Percebemos que as situações didáticas (Brousseau, 1998) propostas foram mobilizadoras de um novo contrato didático, que dava à criança a autonomia para pensar matematicamente.

Dessa forma, observamos que algumas crianças tinham uma enorme satisfação em resolver problemas matemáticos, o que nos indicava que estavam imersos em uma situação adidática (Brousseau), onde a produção matemática era impregnada de significados subjetivos (González Rey) e que, dentro da nossa comunidade matemática se mostrava de alta relevância e Criatividade (Mitjáns Martinez).

É importante ressaltar que as produções apresentadas neste trabalho não foram apenas frutos da relação da criança com a situação e com o conhecimento. Podemos dizer claramente que as relações com o meio cultural - o dinheiro -, e com o corpo como ferramenta matemática (Muniz, 2001) – contagem nos dedos – também fizeram parte de todo o processo de significação da situação para a resolução do problema, tanto quanto a qualidade da natureza do contrato didático (Brousseau).

Resulta-nos então na compreensão do que temos encontrado como a Criatividade na Educação Matemática:

A Criatividade na Educação Matemática trata-se de forma complexa, de um conjunto de estratégias de resolução de problemas propostos em situação didática que:

- Possuem o caráter de novidade;
- São valorizados pela comunidade matemática local e;
- São produzidos pela criança em um contexto de ações e reflexões subjetivas, em uma rede de sentidos, vinculados à zona de desenvolvimento proximal.

Realmente a ignorância é a mãe da aventura. Para mim, enquanto pesquisadora, este trabalho também foi um processo que envolveu aspectos importantes. Ao entrar em sala de aula, era muito simples observar por observar. Todavia, anotar em diário de campo apenas as situações que eu julgava erradas ou certas, não fazia sentido para mim. Comecei a achar que a observação não era um instrumento que por si só poderia dar conta da pesquisa. Compreendi a importância da “diversidade de instrumentos” de que se falava tanto na pesquisa qualitativa.

Percebemos também que, dentro de uma mesma sala de aula existe uma diversidade considerável em relação não só à produção das crianças, mas também no sentido e no significado que elas dão a cada conteúdo e a cada disciplina, nem sempre reveladoras dos sentimentos que cada nova aprendizagem tem. Isso significa que a sala de aula é um mundo complexo e dinâmico com trinta alunos.

Estes aspectos me levaram a uma reflexão constante dos meus limites enquanto educadora, enquanto pesquisadora e até mesmo enquanto mãe. Fez-me repensar a minha própria aprendizagem e os muitos significados que já tiveram em momentos diferentes da minha vida. No entanto, todas as vezes que a minha insatisfação - quanto ao que emergia das situações da sala de aula – aumentava, maiores eram as minhas motivações para que uma mudança qualitativa fosse necessária. Quando eu percebi este mundo complexo em minhas mãos, começou a minha aventura.

Posso dizer que foi um trabalho realizador de questões acadêmicas e pessoais, as quais eu não sou capaz de colocá-las em caixinhas, para dizer ao leitor aonde elas se separam.

E por falar em caixinhas, não posso dizer que este trabalho esteve apenas nos limites da escola em que foi realizada a pesquisa. Em alguns momentos citei as minhas colaboradoras, da Sala dos Mestrandos, como minhas companheiras nesse percurso, mas posso dizer também que o professor Renato Hilário dos Reis, desta Faculdade, foi importantíssimo na minha constituição como pesquisadora, na minha construção e na minha prática pedagógica. Nossas conversas, as sementes plantadas por ele, que sempre fizeram tanto sentido nos momentos de análise, fazendo com que as caixinhas deixassem de ser importantes, mas que a pesquisa fizesse parte da minha vida, na minha descoberta como uma pessoa inteira, em constante desenvolvimento, tanto cognitivo quanto afetivo.

Desta forma, acredito que não se finda um trabalho aqui, se começam novos trabalhos a partir deste, porque novas indagações surgem sempre e a curiosidade gera novas pesquisas.

Sabemos por meio do próprio trabalho, as dificuldades que passamos para, primeiro entender que a ausência de trabalhos a esse respeito queria dizer alguma coisa e a seguir, descobrir o que estaríamos realmente falando.

Temos a clareza de que a pesquisa alcançou os objetivos que nós prepusemos: definimos um conceito de Criatividade relacionado à Educação Matemática, que não só foi utilizado na análise, como pudemos organizá-lo a partir das próprias conclusões da análise dos protocolos; identificamos as crianças que revelam sua criatividade, mediante a análise de protocolos dentro das suas produções matemáticas e; compreendemos e analisamos a Criatividade na resolução de problemas matemáticos de crianças do quarto ano do Ensino Fundamental de uma escola pública do Distrito Federal.

Isso significa dizer que, consideramos a pesquisa como contributiva e participativa na perspectiva do aluno e na perspectiva da escola como um todo, pois sempre acreditamos na capacidade de se produzir e criar. Optamos por favorecer relações afetivas, de parceria, de cumplicidade no intuito de que a Pesquisa fosse importante para todos que dela participaram: alunos, professores e pesquisadores.

Acreditamos também, que deixamos uma semente para os leitores deste trabalho, de forma que eles possam dar continuidade em projetos futuros, em suas salas de aula, ou até mesmo em uma referência para um trabalho mais aprofundado.

Arrisco-me a dizer que a pesquisa também dá um novo olhar para os professores e outros pesquisadores indiretamente, mesmo que estes não estejam ligados diretamente à Criatividade ou à Educação Matemática.

6.2 – Limitações da Pesquisa

É claro que, como algumas pesquisas, sempre queremos ir além deste tempo de Mestrado. O motivo disso é que aprendemos muito nos últimos meses, quando começamos a análise de protocolos. Há muito para se dizer, tanto que às vezes foge do nosso foco e temos que deixar escondido “debaixo do tapete”.

A Pesquisa poderia ter um alcance maior na comunidade de onde surgiram os protocolos, ou seja, em muitas salas, em turmas diferentes e talvez em mais de uma escola.

Assim como poderíamos verificar se as crianças continuarão a criar estratégias de resolução de problemas em outras situações e ao longo de sua trajetória, ou se as abandonarão para se adequar aos modelos formais de resolução de problemas.Abre-se um novo campo para a pesquisa se formos analisar produções que no papel se assemelham ao modelo formal, mas a maneira de pensar o problema pressupõe espírito criativo, mesmo que não tenha sido expressada na escrita.

Enfim, esta pesquisa é só um primeiro passo para uma caminhada de muitas outras possibilidades.

6.3 – Considerações para a Prática Pedagógica

Entendemos ainda que a Pesquisa foi relevante para a Prática Pedagógica, no momento em que nós desconhecemos a real complexidade da sala de aula e procuramos estratégias dentro do nosso próprio campo, não com o intuito de atender as crianças, mas como propósito de que elas sejam capazes de pensar sobre a sua aprendizagem e criar.

Acreditamos, por fim, que foi importante para a escola, pois trabalhamos segundo aos seus princípios de valorização das diferenças, contribuindo com o desenvolvimento da autonomia intelectual das crianças, da criatividade e do pensamento reflexivo.

Seção VII – Considerações Finais

Creio que esta parte do trabalho é tão significativa quanto às outras, motivo pelo qual fazemos uma análise crítica dos alcances e limites da própria pesquisa.

Na verdade, já levantamos muitas possibilidades para as pesquisas futuras e realmente acredito que iremos atrás delas, pois muitas questões surgiram desta pesquisa. Entre elas, há necessidade de saber se os registros das crianças correspondem realmente à forma com que elas pensaram, ou se no registro está apenas a organização do raciocínio matemático.

Gostaríamos de entender também, quais fatores são relevantes para o desenvolvimento da Criatividade na Educação Matemática e o real impacto das relações de outras disciplinas com a Matemática - como, por exemplo, a interpretação de textos – como favorecedora da Criatividade.

Talvez tenhamos tantas perguntas quanto tínhamos antes de iniciar esta pesquisa, mas acredito que uma aventura a mais será maravilhosa. Que venha o Doutorado!

Referências Bibliográficas

Alderete, Maria Judith e Yelòs, Maria Luisa Porcar de: Creatividad y Matemática, en De La Torre, S. y Violant, V,: Comprender y evaluar la creatividad. Cómo investigar y evaluar la creatividad, Vol. 2, Málaga, Ediciones Aljibe, 2006, pp. 441-455

Alencar, Eunice M. L. Soriano de; Fleith, Denise de Souza. Contribuições teóricas recentes ao estudo da criatividade. Psicologia. Teoria e Pesquisa., Brasília, v. 19, n. 1, 2003. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-37722003000100002&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 2 Abril 2006. Pré-publicação.

ALMEIDA, Elissandra de Oliveira de. Como as crianças constroem procedimentos matemáticos: reconcebendo o fazer matemática na escola entre modelos e esquemas. 250 p. Dissertação (mestrado) – Universidade de Brasília, 2006

Alves- Mazzotti, A. J.; Gewandsznajer, F. O Método nas Ciências Naturais e Sociais – pesquisa Quantitativa e Qualitativa. 2 ed. São Paulo: Pioneira thomson, 2002.

AMARAL, Ana Luiza Snoeck Neiva do. O sentido subjetivo da aprendizagem para alunos universitários criativos. 189 p. Dissertação (mestrado) - Universidade de Brasília. 2006.

Aranha, Maria Lúcia de Arruda. História da Educação. São Paulo, SP. Moderna, 1996.

Bachelard, G. O novo espírito científico. Rio de Janeiro: Edições Tempo Brasileiro Ltda, 1968.

Bakhtin, M. Estética da criação verbal. São Paulo: Martins Fontes, 1979/2003.

Bicudo, M. A. V. Pesquisa em Educação Matemática: Concepções e Perspectivas. São Paulo. Ed. UNESP 1999.

Brandão, Carlos Rodrigues. O que é educação. Coleção primeiros passos. São Paulo: Brasiliense, 2006.

Brasil. Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros curriculares nacionais: matemática. Brasília: MEC/SEF, 1997.

Brizuela, Bárbara M. Desenvolvimento matemático na criança: explorando notações. Porto Alegre: Artmed, 2006.

Brousseau, G. Théorie des situations didactiques. Grenoble: Pensée Sauvage, 1998.

Carraher, T. et alii. Na vida dez, na escola zero. São Paulo, 1988 - Cortez.

Carraher, Terezinha Nunes. O método clínico usando os exames de Piaget. São Paulo, SP. Editora Cortez, 1989.

Charnay R., Douaire J., Guillaume J.-C., Valentin D. (1995). Chacun, tous... différemment. Différenciation en mathématiques au cycle des apprentissages. Rencontres pédagogiques, n.34, Paris, INRP.

Chevallard, Yves; Bosch, Marianna e Gascón, Josep. Estudar matemáticas: o elo perdido entre o ensino e a aprendizagem. Porto Alegre, RS: Artmed Editora, 2001.

Csikszentmihalyi, Mihalyi. ReCreativity: Flow and the Psychology of Discovery and Invention. Linhas Críticas. Universidade de Brasília, Faculdade de Educação.- vol. 8 no. 15, 2002.

Csikszentmihalyi, Mihalyi; Sawyer, Keith R.; John-Steiner, Vera; Moran, Seana; Stemberg, Robert J.; Feldman, David Henry; Nakamura, Jeanne. Creativity and Development. Oxford University Press, 2003.

Demo, Pedro. Pesquisa Participante: saber pensar e intervir juntos. Brasília, DF. Líber Livro, 2004.

Eves, Haward. Introdução à História da Matemática. Ed, Unicamp. Campinas, São Paulo. 1997/2002.

Eysenk, H. J. (1999). As formas de medir a criatividade. Em M.A. Boden (Org.), Dimensões da criatividade. (P. Theobaldo, Trad., pp. 203-244), Porto Alegre: Artes Médicas.

Fávero, M. H. Psicologia e Conhecimento. Subsídios da Psicologia do Desenvolvimento para a análise do ensinar e aprender. Brasília, DF: Editora Universidade de Brasília. 2005.

Fiolhais, Carlos. Física divertida. Brasília: Editora UnB, 1991.

Gardner, Howard. A teoria das múltiplas inteligências: as estruturas da mente. Porto Alegre: Artes Médicas, 1994.

González Rey, Fernando Luis. Sujeito e subjetividade: uma aproximação histórico-cultural. São Paulo, SP: Pioneira Thomson Learning, 2003.

González Rey, Fernando Luis. O sujeito, a subjetividade e o outro na dialética complexa do desenvolvimento humano. Em Mitjáns Martinez, Albertina e Simão, Lívia M. (orgs). O outro no desenvolvimento humano: diálogos para a pesquisa e a prática profissional em psicologia. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004

Guerra, Elba Cristina Sequera.: Creatividad en Educación Matemática, en De La Torre, S. y Violant, V,: Comprender y evaluar la creatividad. Cómo investigar y evaluar la creatividad, Vol. 2, Málaga, Ediciones Aljibe, 2006, pp. 457-469

Halmenschlager, Vera Lúcia da Silva. Etnomatemática: uma experiência educacional. São Paulo, SP: Summus, 2001.

Hume, David. Tratado sobre os princípios do conhecimento humano. 5ª. Ed. São Paulo: Nova Cultural, 1992.

Simmons, John. Os 100 maiores cientistas da história. Rio de Janeiro: Bertrand, 1949/2002.

Kamii, Constance. A criança e o número. Campinas: Papirus, 1985.

Kamii, Constance; Aritmética: novas perspectivas: implicações na teoria de Piaget. Campinas, SP: Papirus, 1993.

Kamii, Constance; Declark, Georgia. Reinventando a Aritmética: Implicações da Teoria de Piaget. Editora Papirus,1985 .

Kamii, Constance; Livingston, Sally Jones. Desvendando a aritmética.. Campinas, SP. Papirus, 1995.

Kamii, Constance; Joseph, Linda Leslie. Crianças pequenas continuam reinventando a aritmética (séries iniciais). Implicações da teoria de Piaget. Porto Alegre, RS. Artmed, 2005.

Kline, Morris. O fracasso da matemática moderna. São Paulo, SP:IBRASA, 1976.

Linhas Críticas. A criatividade na educação, Faculdade de Educação – n.1 Brasília, DF: UnB, 1995.

Lüdke, M.; André, M. E. D. A. Pesquisa em Educação; abordagens qualitativas. São Paulo: EPU, 1986.

Martinez, Mitjáns Albertina. Criatividade, personalidade e educação. Campinas, SP. Papirus, 1997.

Martinez, Mitjáns Albertina. A criatividade na escola: três direções de trabalho. Linhas Críticas. Universidade de Brasília, Faculdade de Educação.- vol. 8 no. 15, 2002.

Martinez, Mitjáns Albertina. O outro e sua significação para a criatividade: implicações educacionais. Em Mitjáns Martinez, Albertina e Simão, Lívia M. (orgs). O outro no desenvolvimento humano: diálogos para a pesquisa e a prática profissional em psicologia. São Paulo, SP: Pioneira Thomson Learning, 2004.

Martinez, Mitjáns Albertina. Criatividade no trabalho pedagógico e criatividade na aprendizagem: uma relação necessária? Em: Tacca, Maria Carmem V.R. (org). Aprendizagem e trabalho pedagógico. Campinas, SP: Editora Alínea, 2006.

Meneguettii, Renata Cristina Geromel. O conhecimento Matemático em Kant. In: Bicudo, Maria Aparecida Viggiani. Filosofia da Educação Matemática: concepções & movimento. Brasília, DF. Plano Editora, 2003.

Moysés, Lúcia. Aplicações de Vygotsky à educação matemática. Campinas, SP: Papirus, 1997. – (Coleção Magistério Formação e Trabalho Pedagógico).

Moroz, Melania; Gianfaldoni, Mônica Helena T. Alves. O processo de pesquisa: iniciação. Brasília, DF. Plano Editora, 2002.

Muniz, Cristiano Alberto. Fundamentos básicos de educação matemática para início de escolarização. Em: Universidade de Brasília. Curso de pedagogia para professores em exercício no início de escolarização (PIE). Módulo I - Educação e linguagem matemática. Brasília, 2001.

Muniz, Cristiano Alberto. A criança das séries iniciais faz matemática? Pavanello, Maria Regina. *Matemática nas séries iniciais do ensino fundamental: a pesquisa e a sala de aula*. Biblioteca do Educador matemático. Coleção SBEM vol. 2: São Paulo, 2004.

Muniz, Cristiano Alberto. Resolução de situação–problema como estratégia didática da educação matemática. Programa Gestão da Aprendizagem Escolar – GESTAR II. MEC, Fundo Escola. Brasília, DF. 2005.

Muniz, Cristiano Alberto. Mediação e conhecimento matemático. Em: Tacca, Maria Carmem V.R. (org). Aprendizagem e trabalho pedagógico. Campinas, SP: Editora Alínea, 2006.

Nunes, Terezinha; Bryant, Peter. Crianças fazendo Matemática. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

Otte, Michael. O formal, o social e o subjetivo: uma introdução à filosofia e à didática da matemática. São Paulo, SP: Editora da Universidade Estadual Paulista, 1993.

Panizza, Mabel. Ensinar matemática na educação infantil e nas séries iniciais. Análise e propostas. Porto Alegre: Artmed, 2006

Pavanello, Regina Maria (org). Matemática nas séries iniciais do ensino fundamental: A pesquisa e a sala de aula. Coleção SBEM. Biblioteca do Educador matemático. São Paulo, SP: 2004.

Piaget, Jean. Pensadores, Os. A Epistemologia Genética. São Paulo. Ed. Victor Civita. 1975.

Poincaré, Henri. O valor da ciência. Rio de Janeiro: Contraponto, 1905/2000. 180 páginas.

Ponomariov, Y.A. Psicologia y Actividad Creadora. Colectivo de autores. Psicología en el socialismo. La Habana: Editorial Ciencias Sociales, 1987.

Puchkin, V.N. Heurística: a ciência do pensamento criador. Rio de Janeiro: ZAHAR. 1969

Rival, M. Os Grandes Experimentos Científicos. Rio de Janeiro: Zahar, 1997.

Sadovsky, Patrícia e cols. Reflexiones teóricas para la Educación Matemática. Buenos Aires: Libros de Zorzal, 2005

Vianna, Heraldo Marelim. Pesquisa em Educação: a observação. Brasília, DF. Plano Editora, 2003.

Valente, Wagner Rodrigues. Euclides Roxo e a modernização do ensino da matemática no Brasil. Brasília, DF. Editora Universidade de Brasília, 2004.

Vigotski, L.S. A construção do pensamento e da linguagem. São Paulo: Martins Fontes, 2000.

Wechsler, S. M. Avaliação da criatividade por figuras e palavras – Testes de Torrance Versão Brasileira. Campinas: LAMP/PUCCamp. 2002

Anexos

UNIVERSIDADE DE BRASILIA
Faculdade de Educação
Programa de Pós Graduação

Projeto de Pesquisa na área de *Magistério : Formação e trabalho pedagógico*

Escola Classe 304 Norte

MEDIAÇÃO DO CONHECIMENTO MATEMÁTICO : (RE)EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

prof. Dr Cristiano A. MUNIZ

Brasília, março de 2.004

Justificativa

Partindo do pressuposto que a capacidade de aprender da criança é o fundamento da estruturação do ato pedagógico, podemos caracterizar esse princípio dizendo se a criança aprende e se acreditamos nesta capacidade então constituímos a relação pedagógica.

Se aprendizagem é um processo, compreender como se realiza uma aprendizagem implica, antes de tudo, revelar a dinâmica que constitui esse processo, um processo que é de natureza sócio-psicológica. Revelar, descrever e compreender tal fenômeno requer enfrentar desafios em termos epistemológicos e metodológicos que constituem um dos motores propulsores das investigações científicas da psicologia cognitiva e do desenvolvimento.

Aprender implica a noção de ação, uma ação interior que nem sempre é visível à um observador. Se pudermos constatar e descrever certas ações que nos indicam a presença de certa aprendizagem, estas são apenas traços limitados do complexo processo interno ao espírito humano que constitui a aquisição de um novo saber. A variedade de teorias da aprendizagem e do desenvolvimento é reflexo concreto desta complexidade e riqueza.

Aprender significa também a existência de um contexto sociocultural que é sua fonte propulsora e o quadro de referência de validação do conhecimento produzido. Fora deste contexto, o conhecimento não adquire sentido para a compreensão do processo da aprendizagem. Vygotsky (1994) mostra este fato quando ele apresenta sua teoria da construção de conceitos pelo sujeito: não podemos conceber a construção de conceitos fora da relação sujeito e contexto sociocultural. É no grupo que um conceito toma sentido e forma. Assim as funções psicológicas ocorrem em duas dimensões no desenvolvimento do sujeito: inicialmente como atividade coletiva e mediada, e, após, como atividade individual. Tentar compreender a construção do conhecimento pelo sujeito numa dimensão, como no caso da construção de conceitos, implica necessariamente dar conta do processo na outra dimensão, pois ambas se implicam mutua e estritamente.

Nesta construção é importante considerar que a constituição da inteligência (capacidade de agir diante de situações desestabilizadoras) dá-se prioritariamente em situações de interação social. Compreende-la deve significar, portanto, entender como as interações participam e determinam o processo e o produto da aprendizagem. Essencialmente duas naturezas de interação social nos interessam na tentativa de compreensão dos processos de construção do conhecimento pelo sujeito: as situações de educação não formal e as situações de educação formal. As situações ditas informais são aquelas estruturadas sem intenções didático-pedagógicas, e, portanto, segundo Vygotsky (1995), podendo ser fonte de produção e/ou aquisição de *conceitos espontâneos*. As situações ditas formais são necessariamente planejadas e estruturadas segundo objetivos didático-pedagógicos visando o desenvolvimento/aquisição de *conceitos científicos.* Se em ambas as situações de interação social podemos conceber a existência de aprendizagens, pois em ambas existem relações diretas ou indiretas tipo *sujeito-objeto de conhecimento* é de nosso interesse o estudo científico das possíveis formas de mediação sujeito-objeto do conhecimento em situações de educação formal, onde o professor desempenha um papel fundamental enquanto mediador no processo de construção do conhecimento dentro de situações de educação formal.

Objetivos Gerais

Estudar as possibilidades de mudar o quadro de situação de dificuldade na aprendizagem da matemática nas séries iniciais à partir de mudanças no processo de intervenção didática, ou seja, realizando novas formas de mediação do conhecimento matemático ao longo das aulas.

Objetivos Específicos

- Identificar conjuntamente com o professor as variáveis que podem ser geradoras de dificuldade de aprendizagem de matemática
- Analisar o projeto didático-pedagógico desenvolvido pelo professor nas aulas de matemática, buscando descrever o processo da mediação do conhecimento matemático.
- Desenvolver novas formas de mediação do conhecimento matemático à partir de :
    - Identificação das dificuldades obtidas via trabalho individual com as crianças em situação de dificuldade e experimentação de novas formas de mediação criança – conhecimento matemático
    - Participação conjunta com a equipe pedagógica da escola no re-planejamento didático-pedagógico, buscando capacitar a equipe ao desenvolvimento de novas formas de mediação do conhecimento matemático, alterando assim, o quadro de dificuldade na aprendizagem da matemática.
    - Experimentação e avaliação de novas estratégias de ensino de matemática com sua conseqüente difusão aos demais educadores participantes do Programa Pró-Matemática

- Favorecer uma integração entre professores regentes e alunos da Universidade num processo de realização de uma pesquisa-ação, voltado, sobretudo à formação iniciada e continuada no professor-pesquisador no campo da Educação Matemática.

Metodologia

A pesquisa qualitativa da mediação do conhecimento matemático no espaço escolar constituir-se-á fundamentalmente numa pesquisa-ação onde o pesquisador atuará junto aos pesquisados ao longo de dois anos letivos buscando mudanças do quadro de representações sociais da matemática junto ao corpo docente da escola, contribuindo assim com o estabelecimento de novas formas de mediação do conhecimento matemático junto às crianças das primeiras séries do ensino fundamental. O Estudo será constituído por diversas etapas, sendo as primeiras no âmbito da escola, junto aos professores e crianças, e em etapas posteriores, envolvendo professores da Rede Publica, através do Programa Pró-Matemática, difundindo à outras escolas os resultados obtidos. Essas etapas serão assim constituídas:

- Integrar a equipe pedagógica da escola, num processo de parceria Escola-Universidade, buscando conjuntamente planejar, desenvolver, avaliar e redirecionar o programa de matemática das séries iniciais. Essa etapa implica necessariamente em estudos, debates, formulação de propostas didáticas, realização de intervenções didáticas, avaliação do processo e resultados, ... , etapas que envolvera a equipe pedagógica, pesquisadores da Universidade e alunos da graduação e pós-graduação.
- Analisar (conjuntamente professor, pesquisador e alunos universitários) a intervenção didática do professor e as formas pelos quais se realizam as mediações sujeito-conhecimento matemático.
- Identificar conjuntamente com o professor os alunos em situação de dificuldade em matemática. Trabalhar individualmente com esses alunos, envolvendo alunos universitários, buscando identificar possíveis causas da dificuldade e experimentar formas alternativas de mediação do conhecimento (diferente em relação à intervenção didática realizada pelo professor regente).
- Desenvolver novas formas de mediação do conhecimento, com novas situações, materiais, estratégias, relações junto à criança em situação de dificuldade. Analisar os resultados após mudança na forma de mediar o conhecimento.
- Debater com a equipe pedagógica os resultados (positivos ou negativos) obtidos junto ao aluno portador de dificuldade. Avaliar a validade de incorporar as novas formas de mediação desenvolvida junto com a criança que estava em situação de dificuldade com forma de intervenção didática junto à toda turma, e incorporando-as como metodologias de ensino.

- Registrar todas as etapas e resultados, promovendo debates internos e externos à comunidade escolar local.
- Publicar principais resultados junto a educadores e pesquisadores através de artigos científicos e participar de eventos para socializar a experiência através de participação no Programa Pró-Matemática e de eventos científicos.
- Buscar envolver toda equipe pedagógica no processo, abrir amplo espaço de participação sistemática aos alunos graduando e pós-graduando e convidar especialista nas áreas de psicologia, sociologia,... Para realização de parcerias.

Esquema representativo da metodologia :

Estudos e Coordenação Pedagógica	Professores, Coordenadora e Orientadora, Pesquisador, Alunos da Graduação e Pós.
Laboratório de aprendizagem	**CRIANÇAS SELECIONADAS pelos professores, Professores, Coordenadora e Orientadora, Pesquisador, Alunos da Graduação e**
Reuniões de análise e avaliação	Pesquisador, Professores, Coordenadora e Orientadora, , Alunos da Graduação e Pós.
Reuniões de Intercâmbio de Educação Matemática (EAPE-FEDF)	Pesquisador, Professores representantes da Escola, Alunos da Graduação e Pós, Comitê do Pró-Matemática
Encontros de Difusão dos resultados	**Pesquisador, Professores representantes da Escola, Alunos da Graduação e Pós,**
PARTICIPAÇÃO EM	**PUBLICAÇÕES CONJUNTAS**

Quadro teórico

O professor como mediador

Falar no papel do professor enquanto mediador no processo de construção do conhecimento nos obriga à considerar as contribuições de Bruner (1999) na definição do professor como mediador. Um dos pioneiros das ciências cognitivas, Bruner acentua a dimensão cultural no processo da aprendizagem. Seu centro de interesse inicialmente era a descoberta de como o sujeito cria sua idéias e o pensamento : "O objetivo da escola não é de formatar o espírito da criança lhes inculcando saberes especializados os quais não se compreende o sentido e a razão de ser. É necessário que os alunos se apropriem de uma cultura, integrem os conhecimentos à partir de questões que eles construam. Para isso, é necessário contestar os programas prontos. Devemos criar dúvidas, discutir, explorar o mundo, se deslocar, sair do quadro da escola. É assim que nos apropriamos da cultura, que nos tornamos membro ativo de uma sociedade" (Bruner, 1999).

Se a aprendizagem não é um ato solitário, mas eminentemente solidário, o professor possuí papel fundamental seja como promotor do processo de aprendizagem seja como organizador do ambiente pedagógico. Falar em *professor mediador* implica conceber a mediação constituída à partir da pessoa e de recursos culturalmente situados. O papel do mediador, especialmente do professor, segundo Bruner, é de ajudar o aprendiz à modelizar seus atos de aprendizagem. Essa ajuda traduz-se em tornar o aprendiz consciente de seu próprio processo de aprendizagem. O trabalho do mediador na interação com a criança é, dentre outros aspectos, o de permitir a analise dos efeitos do ato da aprendizagem com relação às intenções iniciais e também facilitar a realização do ato. Poderíamos dizer que o mediador ajuda a criança à dar sentido à sua ação e à criar ligações com saberes anteriores.

Para a realização de tal ajuda, mediador e criança têm de se encontrarem em níveis epistemológicos diferentes. Mediador e criança são agentes altamente ativos no processo, mas o que distingue o aprendiz do mediador deve ser a existência de um *diferencial* que pode ser identificado ao compararmos a natureza de relação sujeito e objeto de conhecimento, comparação entre criança e mediador à compartilharem juntos de um mesmo processo de resolução de problema significativo para ambos (o que não implica que a significação seja a mesma, sobretudo se considerarmos a existência de um diferencial cultural entre criança e mediador).

Esse diferencial deve se reduzir ao longo da interação mediador-aprendiz, o que implica necessariamente na noção de uma transmissão no sentido do professor para o aluno Mas a noção de transmissão em Bruner tem um sentido profundamente cultural. Se o processo de aprendizagem implica quase sempre num *continum* a partir de aprendizagens anteriores, a mediação realizada pelo professor deve contemplar a ponte com as aprendizagens já realizadas pelo aprendiz em seu contexto cultural, aquisições concretizadas nos ambientes, nos contextos socioculturais dos quais o aprendiz participa. Reconduzir as aprendizagens culturalmente adquiridas para promover novas aprendizagens deve ser objetivo importante na atuação do educador.

A noção de mediação enquanto processo de relação entre o adulto e a criança, sobretudo entre o professor e o aluno, e processo de aquisição solidária do conhecimento cultural, nos leva a considerar a noção de Zona de Desenvolvimento Proximal proposta por Vygotsky (1994). A possibilidade da criança aprender quando resolve uma situação problema em interação com um adulto, aloca a noção de mediação como um dos conceitos centrais na teoria vygotskyriana.

A mediação realizada via recursos culturais e didático-pedagógicos

A utilização de recursos pelo mediador, sobretudo recursos didático-pedagógicos, ao nosso ver, pode e deve traduzir a representação social do objeto de conhecimento e a representação do processo de aquisição do saber pela criança. A escolha, a criação, a forma de utilização, e mesmo a negação de recursos mediadores, ou seja, de objetos culturais, podem constituir uma rica fonte de pesquisa sobre a mediação realizada pelo professor.

Descrever e compreender o processo no qual se constitui a mediação sujeito e objeto de conhecimento requer analisar o sistema de mediação construído pela escola, sistema onde professor-aluno constitui o binômio central. O papel do professor enquanto mediador constitui, assim, um objeto de pesquisa que pode nos permitir como se realiza a aquisição de conhecimentos escolares e como a forma de mediação construída pelo professor influencia na construção pelo aluno da representação social do objeto de conhecimento.

A mediação realizada pelo professor, os materiais curriculares por ele utilizados e o processo de construção da representação social na criança no que se refere às ciências e à matemática são os focos do presente programa de pesquisa. Melhor conhecer o processo de mediação e os objetos culturais e pedagógicos criados e/ou utilizados nesta mediação, contribuirá na descrição e análise científica da rede de poderes que constituem um ambiente de aprendizagem-ensino das ciências e das matemáticas. Se tal fato é verdadeiro para não importa que objeto do conhecimento, é nesse momento e no nosso grupo de pesquisa, as formas e processos didático-pedagógicos das Ciências e Matemáticas que nos interessa neste projeto.

Outro objetivo da pesquisa é a análise das concepções de aprendizagem e de conhecimento nos recursos utilizados no processo de mediação nas aulas de ciências e de matemática. A análise destes recursos pode nos dar elementos importantes sobre a representação social do próprio objeto de conhecimento, ciências e/ou matemática, bem como nos fornecer informações sobre a representação social da aprendizagem e construção de um conhecimento pelo sujeito. A escolha de um recurso, a sua produção, sua forma de utilização, sua validação didático-pedagógica, sua transformação pelo professor poderá indicar concepções que, por vezes, o mediador do processo de aprendizagem e ensino não revela em seu discurso. Portanto, a compreensão do real pela criança não é imediato, mas opera-se sempre a partir de um sistema de códigos e de conceitos construídos pelo mundo adulto e partilhado pela criança. Esse sistema participa deste processo de mediação, da mesma forma que sua aquisição é quesito fundamental para a estruturação da relação aluno-conhecimento e mesmo aluno-professor.

O processo metacognitivo como objetivo central do professor-mediador

Com o propósito de permitir o acesso ao conhecimento cultural, o professor tende a modelizar seus atos. Essa modelização requer uma tomada de consciência pelo próprio sujeito do processo, dos esquemas desenvolvidos e presentes no processo de resolução de problema. Essa tomada de consciência deve capacitar o sujeito a organizar seus atos, segundo suas intenções iniciais e a realizar antecipação dos resultados. Neste sentido, tornar-se inteligente, na concepção de Bruner, está ligado à capacidade do sujeito de se apropriar da cultura presente e transmitida no seu meio sociocultural imediato. Mas tal apropriação só se realiza com o auxilio da interação com o outro, com o adulto, e na escola, com o professor.

Esta tomada de consciência do processo de aprendizagem requer a citação de outro conceito importante que é a *metacognição : cognição da cognição*.

As metacognições podem designar:

- os conhecimentos que os sujeitos podem ter de seus processos mentais e dos produtos desses processos (metacognição);
- os conhecimentos relativos às propriedades pertinentes às aprendizagens de informações ou de dados (conhecimentos metacognitivos);
- a regulação (condução, controle..., conscientes ou não) dos processos cognitivos.

Além disso, os processos mentais podem se referir à memória, à compreensão ou à resolução de problemas"... (Robert et Robinet, 1993, p. 5)

Vygotstky e Bruner contribuem para clarificar o papel da metacognição no desenvolvimento e na aprendizagem. Segundo Vygotsky (1994) a tomada de consciência se realiza essencialmente através da verbalização que tem um valor organizador do pensamento. Para Bruner, a tomada de consciência é parte do próprio desenvolvimento cognitivo. O mediador tem papel central na tomada da consciência e o professor enquanto tal, pode ter duas funções para favorecer a metacognição : o mediador facilita a utilização de estratégias de resolução de problemas ou promove junto aos alunos a análise das diferenças ou semelhanças entre os diferentes processos utilizados por diversos sujeitos, diversas culturas ou diversas fases históricas.

Mas reduzir a tomada de consciência e a aprendizagem à mediação realizada pelo professor pode ser um erro teórico que não devemos desprezar. "A função de ajuda à aprendizagem não pode ser reduzir à atividade de mediação promovida pelo professor". A criança pode realizar aprendizagens à partir de relações com os objetos propostos pelo professor como recursos em situações informais, e realizar aquisições de ações didático-pedagógicas., mesmo na ausência do professor . A análise de tais situações pode clarificar o real papel do professor como mediador sujeito e objeto de conhecimento, assim como fornecer informações sobre o potencial de certos recursos culturais no processo de aprendizagem, mesmo que fora da educação formal.

Mediação na Educação Matemática

O desenvolvimento de uma reflexão sobre a mediação no campo da educação matemática requer considerar a *resolução de problemas* como sendo o objetivo essencial da escola no que se refere ao processo de aprendizagem e de ensino de matemática. Assim sendo, a mediação realizada pelo professor de matemática passa essencialmente pelo processo de oferta, resolução, controle e validação de resolução de situações problemas.

A resolução de problemas como eixo norteador da educação matemática tem sido ao longo da história da educação, assim como da matemática, um ponto de convergência de acordo entre a pesquisa em didática, em psicologia cognitiva e em matemática. Planejar uma seqüência didática em matemática implica, portanto em ofertar ao aluno situações de desafio que possibilite a elaboração, testagem, revisão e validação social de hipóteses. As hipóteses formuladas pelas crianças podem dizer respeito seja na (re)formulação de conceitos ou de aplicação e comprovação da validade de teoremas em ato (Vergnaud, 1998).

Pensando assim, deve o professor na sua prática docente planejar as situações problematizadoras que possibilitem ao educando a construção do conhecimento matemático. Propor situações problemas deve significar a oferta de situações de desafio, desafio gerador de desestabilização afetiva e cognitiva, fazendo com que a criança se lance à aventura de superação da dificuldade proposta pelo educador, e assim, realizando atividades matemáticas. Infelizmente tal planejamento acaba na maioria das vezes se constituindo na seleção ou produção de problemas (ditos matemáticos) que devem ser oferecidos aos alunos como forma de promoção da aprendizagem matemática, problemas apresentados através de textos escritos (via enunciados textuais) e a partir de contextos nem sempre significativos ao aluno.

A mediação da aprendizagem matemática realiza-se assim através dos problemas matemáticos “do professor”, onde cabe ao aluno, antes de lançar-se à atividade matemática, receber, acolher, interpretar, compreender e resolver aquilo, que desde sua gênese, é de propriedade do professor. Antes de dar inicio ao processo da aprendizagem propriamente dita, existe aí um momento de apropriação, de sedução, de compreensão e de interpretação do objeto de mediação pensado e produzido pelo professor para que haja então certa aprendizagem matemática.

Para que se inicie a mediação aluno-conhecimento matemático faz-se necessário que o aluno aceite este objeto que é de propriedade do professor, e, portanto, a concretização da mediação da aprendizagem matemática requer que a situação problema seja efetivamente uma promotora da atividade matemática. Infelizmente essa necessidade não se realiza, e contrariamente aos princípios teóricos da educação matemática, o problema produzido e proposto pelo professor acaba por se constituir num obstáculo à mediação do processo aprendizagem-ensino da matemática. Quais seriam os fatores que contribuem para que os problemas oferecidos pelo professor sejam dificultadores do processo de mediação?

- Problemas exclusivamente escritos: os problemas matemáticos são apresentados aos alunos através de um texto escrito o que implica na existência obrigatória de uma interpretação do texto para sua resolução.
- Problemas que não retratam o contexto sociocultural do aluno: quando produzidos pelo professor podem retratar contextos que não possuem um significado ou interesse para o aluno. O contexto de referência utilizado pelo professor esta por vezes distante dos reais interesses do aluno. O professor pode mesmo ser desconhecedor dos reais interesses dos alunos em termos de seu mundo lúdico, seu imaginário, seus centros de interesse, etc.
- Problemas previamente modelados pelo professor: quando o professor assumi para si o compromisso de produzir o problema matemático que servirá como promotor da aprendizagem matemática, ele acaba por ser o responsável da seleção das variáveis, dos campos numéricos, das estruturas lógicas, etc. Pouco resta ao aluno em termos da produção das situações. Grande parte do modelo

matemático é realizado por aquele que produziu o texto, e as situações problemas didáticas acabam por serem significativamente mais pobres do que aquelas produzidas nos contextos da vida. Ainda, o aluno fica sem participar de um momento importante da modelização da situação, pois o professor ao produzir a situação e redigindo o texto do enunciado faz previamente uma seleção das variáveis, das unidades de medidas, das ênfases às estruturas lógicas, etc.

- Problemas sem margem de multiplicidade nas interpretações: o professor procura redigir o texto sem permitir margens de variações nas interpretações do enunciado, buscando que todos cheguem a um mesmo modelo matemático. Há interesse por parte do professor de reforçar a idéia do conhecimento matemático com parte das ciências exatas, sem permitir o pensamento divergente.
- Problemas cujo processo de solução é único na ótica do professor: a seleção das variáveis, a formas de dispô-las ou apresentá-las favorecem a tradução de processos operatórios únicos (ou muito pouco variáveis) de forma que os algoritmos de solução apresentarão quase que nenhuma variação dentro de um grupo de alunos permitindo assim o “total” controle dos processos de pensamento pelo professor, sobretudo no estabelecimento dentro do grupo daquilo que é ou não aceitável no contrato didático.
- Problemas cujo processo de resolução é eminentemente um ato solitário: são em sua maioria situações propostas para serem interpretados e resolvidos através de ações cognitivas “solitárias” sem contar com a possibilidade e a riqueza de sua realização cooperativamente, constituindo-se em situação de desafio sociocognitivo através de confronto de diferentes interpretações e algoritmos e suas validações dentro de uma comunidade de investigação.
- Problemas onde os erros produzidos ao longo do processo de tentativa de resolução não podem ser evidenciados: o aluno busca camuflar ou ocultar os erros presentes no processo de ensaio de resolução, onde é valorizado pelo professor não o processo de resolução (o que nunca é um processo linear), mas somente os resultados finais. Os erros, os mais ricos elementos reveladores dos esquemas de pensamento do aluno, ficam excluídos do processo de resolução documentado pelo aluno.

- Problemas que fazem apelo apenas a atividade matemática mental, sem possibilitar a manipulação concreta e a apresentação de esquemas mentais escritos : materiais concretos não são efetivamente utilizados ao longo do processo de construção do conhecimento, sendo o aluno impedido de manipular material concreto, de realizar pesquisas, de construir ou de testar esquemas escritos ou desenhados. Há quase sempre uma priorização da utilização de modelos algébricos valorizados pelo professor, pelo livro, pela escola, pelo currículo, pelos pais,... Sem espaço para as estratégias próprias de cada aluno

Nosso projeto de pesquisa busca questionar o processo de mediação que descarta a possibilidade de produção das situações problemas pelo próprio aluno, produção que pode ser fundamental no processo de ensino-apreendizagem da matemática.

Queremos buscar pistas indicativas para que as situações problemas se constituam efetivamente em objetos promotores da mediação do conhecimento matemático a ser produzido pelos alunos

Uma questão central no estudo é a compreensão da importância do conhecimento da zona de desenvolvimento proximal da criança (Vygotsky, 1994) na formulação e na oferta pelo professor de situações problemas que tem como objetivo a promoção da aprendizagem matemática. No mesmo sentido é importante buscar analisar como o professor avalia os reais potenciais da crianças a partir da observação da resolução de situações problemas de matemática.

Voltando ao início de nossas reflexões, poderíamos formular a hipótese de que a resolução de problemas que de inicio deveria ser promotor da aprendizagem matemática acaba por se constituir em mais um obstáculo da aprendizagem do aluno. No mesmo sentido faz-se necessário rever o conceito de dificuldade, tendo em vista que, nas teorias construtivistas, o processo de aprendizagem surge frente uma dada situação de dificuldade, digamos, de desestabilização. Entretanto, a situação gerada pelo professor para promover a aprendizagem vem se constituir em situação de dificuldade intransponível, impedindo que o sujeito se lance à realização da atividade matemática.

Participantes da Pesquisa

i. Professores de matemática de 1ª à 4ª série da Escola Classe da 304 Norte
ii. Coordenadores e Orientadora Educacional da EC 304 N
iii. Crianças que na ótica dos professores estão em situação de dificuldade em matemática, e portanto, vem a participar das oficinas de aprendizagem
iv. Alunos de graduação de Pedagogia matriculados na Disciplina Teoria e Prática 4, turma E
v. Alunos de graduação de Pedagogia monitores da disciplina Matemática para início de Escolarização
vi. Alunos do Mestrado em Educação da UnB, da área de Magistério : formação e trabalho pedagógico (professores da Escola, atualmente afastados para a realização do Mestrado em Educação)
vii. Professores membros do Programa Pró-Matemática

Cronograma

ATIVIDADES	PERÍODOS
Estudos e Coordenação Pedagógica	**Quinzenalmente pela manhã**
Laboratório de aprendizagem	Semanalmente,
Reuniões de Análise e Avaliação	**Mensalmente, conforme calendário da Escola**
Reuniões de Intercâmbio	**Quinzenalmente, conforme cronograma do Pro-Matemática**
Encontros para Difusão	**Trimestralmente**
Participação em Congressos	**Semestralmente**
Publicação de artigos	Dois por ano

Recursos Financeiros

Não previsto para esse primeiro ano.

Referências Bibliográficas

Bruner, J.(1987). *Le développement de l'enfant : Savoir Faire, Savoir Dire*, Paris, PUF.
Bruner, J. (1999). "Pour une psychologie culturelle" in *Sciences Humaines* Auxerre, nº 99 – novembro 1999, pp. 38-41.
Robinet, J. (1987). "Quelques réflexions sur l'utilisation des jeux en classe de mathématiques" in *Cahier de Didactique des mathématiques,* revue de l'IREM de l'Université Paris VII, nº 34, janvier 1987, pp. 1-5.

Vergnaud, G. (1990). “La théorie des champs conceptuels*”, Recherches en Didactique des mathématiques*, Vol.10.2.3, Grenoble, Ed. La pensée sauvage.

Vergnaud, G. (1994). *L’enfant, la mathématique et la réalité*, Paris, Peter Lang.

Vergnaud, G. (1996). “Concepts pragmatiques et scientifiques dans le fonctionnement et le développement des schèmes”, *2è Congrès pour la recherche socio-culturelle*, Genève, publié par L’Université de Genève, p. 12.

Vergnaud, G. (1998). “Qu’est-ce que la pensée ?” dans les actes du Colloque : *Qu’est-ce que la pensée ?* Suresne, Laboratoire De Psychologie Cognitive et Activités Finalisées, Université Paris VIII, pp. 1-21.

Vygotsky, L. S. (1994). *A formação social da mente*, São Paulo, Martins Fontes.

Vygotsky, L. S. (1995). *Pensée et langage*, Paris, Medissor Ed. Sociales.