

INVESTIGANDO O PROCESSO DE CONSTRUÇÃO DE ESTRUTURAS MULTIPLICATIVAS EM ALUNOS DE 3ª E 4ª SÉRIES DO ENSINO FUNDAMENTAL¹.

INVESTIGATING THE PROCESS OF CONSTRUCTION OF MULTIPLICATIVE STRUCTURES IN FUNDAMENTAL EDUCATION STUDENTS OF 3RD AND 4TH GRADE.

Richael Silva Caetano¹
Nelson Antonio Pirola²

¹ Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP/Bauru - Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência, richael.silva@terra.com.br

² Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP/Bauru – Professor Assistente. Grupo de Psicologia em Educação Matemática. Departamento de Educação e Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência, npirola@fc.unesp.br

Resumo:

A presente pesquisa analisou a construção das estruturas multiplicativas em 20 alunos de 3ª e 4ª séries do Ensino Fundamental, utilizando a metodologia de solução de problemas. Inicialmente realizou-se uma prova (de lápis e papel), contendo problemas de estruturas multiplicativas, com 120 alunos (60 pertencentes a cada série) para identificar os 20 menores desempenhos quantitativos. Após 5 intervenções psicopedagógicas - encontros mediados pelo pesquisador (donde os 20 alunos foram divididos em 2 equipes) com atividades problematizadoras focando o tema alimentação saudável, observou-se melhora significativa dos participantes em relação à construção das estruturas multiplicativas, assim como das aditivas e interpretativas. Também foram entrevistados 20 professores (de 1ª a 4ª série do Ensino Fundamental) atuantes na escola analisada, cujo objetivo consistiu em analisar concepções didático-metodológicas correlatas ao ensino da matemática. Os resultados evidenciaram uma forte resistência à implantação/incorporação da teoria de aprendizagem construtivista, sendo observada “fortemente” concepções de ensino e aprendizagem tradicionais.

Palavras chave: psicologia da educação matemática, solução de problemas aritméticos, estruturas do pensamento, formação de professores.

Abstract:

It was analyzed on the present research, the construction of multiplicative structures in 20 students from Fundamental Education of 3rd and 4th grade, using the problems solution methodology. Initially it was carried out a test (of pencil and paper), containing problems of multiplicative structures, with 120 students (60 belonging to each grade) to identify the 20 smaller quantitative performances. After 5 psychpedagogics interventions - meetings mediated by the researcher (where the 20 students were divided in 2 teams) with problematic activities, focusing on the healthy food subject, it was observed improves significant from the participants regarding to the construction of the multiplicative structures, as well as the additive and

¹ O trabalho em questão surgiu a partir de um trabalho de Iniciação Científica, realizada no ano de 2006, sob a orientação do Prof. Dr. Nelson Antonio Pirola – UNESP – Bauru, vinculada ao Grupo de Estudo: Psicologia da Educação Matemática, pertencente a mesma instituição.

interpretative structures. It was also interviewed 20 teachers (from 1st to 4th grade of the Fundamental Education) acting on the analyzed school, whose objective was consisted to analyze educational-methodological conceptions in agreement with the mathematical education one. The results showed up a strong resistance to the theory of implementation/incorporation of constructive learning, being observed "strongly" conceptions of education and traditional learning.

Key-words: psychology of the mathematical education, solution of arithmetic problems, thought structures, teachers' formation.

INTRODUÇÃO:

O principal motivo que ocasionou a realização desta investigação deveu-se à preocupação enquanto futuro professor de matemática em relação à prática educativa de matemática. O estudo foi realizado contendo como participantes alunos de 3^a e 4^a séries do Ensino Fundamental, tendo em vista que, minha prática docente com alunos desse nível de escolaridade, bem como a revisão de literatura mostra que é freqüente os alunos dessas séries apresentarem pouco ou quase nenhum domínio de habilidades necessárias à solução de problemas aritméticos. Para tanto, analisou-se os fatos que desencadeiam a aprendizagem deficitária destes conteúdos "básicos" - que acabam por dificultar a aprendizagem de conteúdos matemáticos das séries subseqüentes -, verificando consoantemente a construção de estruturas cognitivas 'matemáticas' atreladas à *metodologia de solução de problemas*². Por fim, procurou-se verificar a contribuição do construtivismo piagetiano no ensino da matemática, evidenciando reais contribuições ao processo de ensino e aprendizagem consideradas nesta pesquisa como uma relação dialética e cíclica.

A hipótese que desencadeou o estudo citado anteriormente segue abaixo:

A metodologia de solução de problemas favorece a construção das estruturas multiplicativas (segundo abordagem piagetiana), por alunos que possuem dificuldades em relação à aprendizagem da matemática referente ao 2º ciclo do Ensino Fundamental?

REFERENCIAL TEÓRICO:

Como citado na questão diretriz, o corpo teórico foi composto por contribuições das Teorias de Aprendizagem Cognitivistas - em especial a Teoria da Epistemologia Genética, elaborada por Jean Piaget³, de estudos sobre construção de estruturas multiplicativas e aditivas de Gérard Vergnaud⁴ e de autores que discursam sobre a metodologia de solução de problemas.

A teoria proposta por Piaget possui como objeto de estudo analisar a aquisição⁵ de conhecimento pelo ser humano, ou seja, identificar as estruturas cognitivas envolvidas no processo de desenvolvimento/aprendizagem. É importante salientar que estes estudos não foram intencionalmente desenvolvidos para a educação, e sim para a epistemologia⁶; porém ao abordar

² Outras referências podem ser encontradas em: Pirola, 2000; Mayer, 1992; Pozo, 1992; Alves, 1999.

³ Especialista em psicologia evolutiva e Epistemologia Genética, filósofo e educador, Jean William Fritz PIAGET nasceu em Neuchâtel, Suíça, em 09 de agosto de 1886, e morreu em Genebra a 16 de setembro de 1980.

⁴ Diretor de pesquisa do Centro Nacional de Pesquisa Científica (CNRS) da França, discípulo de Piaget, amplia e redireciona, em sua teoria, o foco piagetiano das operações lógicas gerais, das estruturas gerais do pensamento, para o estudo do funcionamento cognitivo do "sujeito-em-situação".

⁵ É importante salientar que o termo aquisição, segundo abordagem piagetiana, refere-se a um processo ativo de construção de conhecimento pelo sujeito (homem), não devendo ser compreendido como algo imposto pelo meio (empirismo) e nem como algo já determinado pela ontogênese (apriorismo).

⁶ Epistemologia - segundo o dicionário HOUAISS este termo refere-se à reflexão geral em torno da natureza, etapas e limites do conhecimento humano, ou seja, a teoria do conhecimento.

a questão da aquisição do conhecimento, tais estudos serviram de grande valia às teorias educacionais.

Defende-se a idéia de que a aquisição do conhecimento ocorre através da *ação* do sujeito cognoscente em um objeto. O termo objeto equivale-se a qualquer realidade investigada em um ato cognitivo, apreendida pela percepção e ou pelo pensamento, que está situada em uma dimensão exterior à subjetividade cognoscente, podendo ser este (objeto) um ente material ou não. Assim, tal ação não deve ser interpretada exclusivamente na esfera física (empírica), mas também em uma esfera abstrata, sendo este último termo um dos campos de maior interesse nas pesquisas desenvolvidas por esta teoria.

Deste modo, a construção de conhecimento, ou seja, a formação das estruturas cognitivas provém das interações (internas e externas) do sujeito com o meio. Através de sucessivas equilibrações, as estruturas cognitivas vão evoluindo de um nível de menor número de esquemas conceituais para um nível de maior número de esquemas conceituais. O processo de equilibração, definida como Equilibração Majorante, é constituído por sucessivas assimilações e acomodações - a nível cognitivo - de novos conhecimentos construídos pelo sujeito a partir de desequilíbrios cognitivos (provocados por situações problemas vivenciadas pelo sujeito).

A figura apresentada abaixo tenta, de modo muito sucinto, esquematizar o processo de Equilibração Majorante, explicitado nos dois parágrafos anteriores.

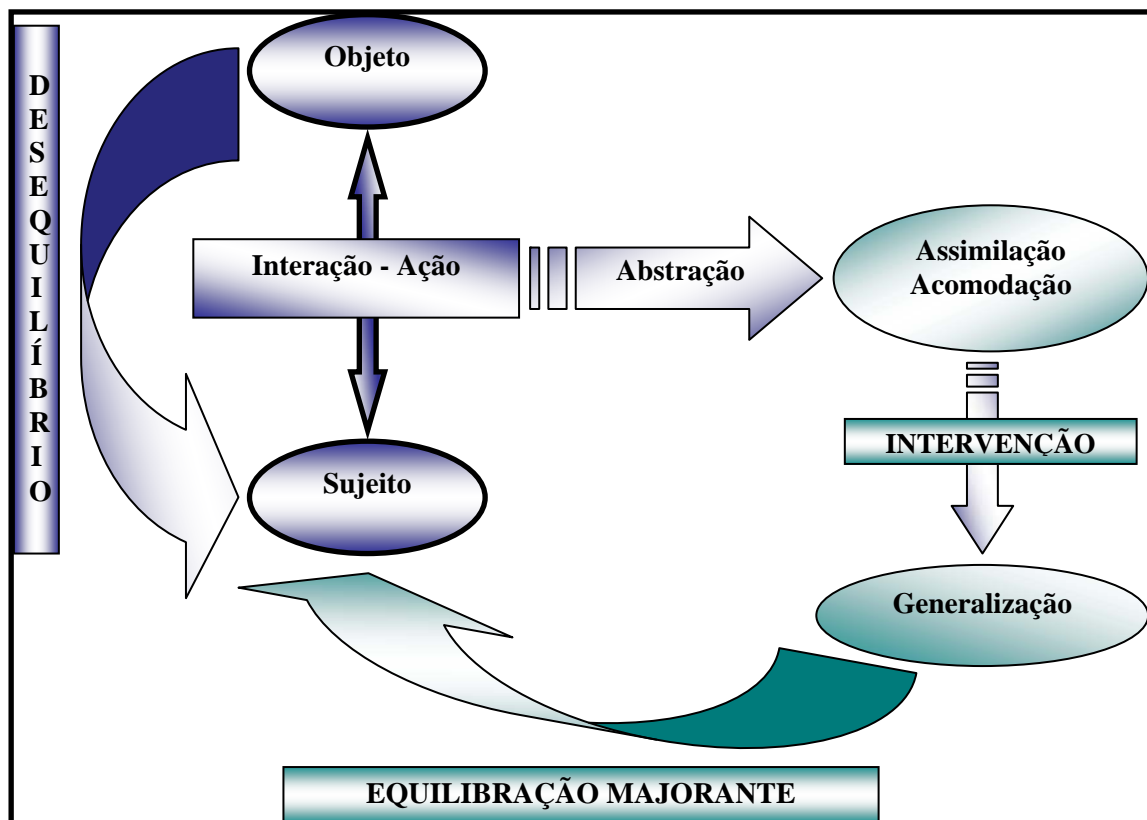


Figura 1 – Esquema Geral sobre o processo de Equilibração Majorante.

Na figura apresentada, o processo de generalização, ou seja, o momento em que o sujeito passa a engendrar em suas estruturas conceituais novos e mais complexos esquemas de pensamento é antecedido pelos processos de assimilação e acomodação. Segundo Calsa (2002):

A adaptação cognitiva envolve dois processos que tendem constantemente ao equilíbrio: assimilação e acomodação. O processo de assimilação consiste em introduzir nos objetos o sistema de significados existentes na organização cognitiva a fim de compreendê-los a partir deste quadro interpretativo. O processo de acomodação ajusta a organização

cognitiva ao meio modificando os esquemas com o fim de facilitar suas ações assimilativas. O progresso cognitivo é decorrente da extensão das ações acomodativas a aspectos novos e diferentes do meio, bem como das ações assimilativas, que mesmo na ausência de estimulação ambiental, promovem uma constante reorganização interna dos sistemas de significados e sua integração a outros sistemas já existentes (CALSA, 2002, p. 87).

Logo, para potencializar este processo adaptativo, consideram-se necessárias intervenções, no contexto educacional – do professor – para assim propiciar a construção de conhecimento pelo sujeito – aluno.

Para finalizar esta breve discussão sobre a epistemologia genética, ou comumente denominado no meio educacional de construtivismo piagetiano, é válido (como forma de maior esclarecimento) situar os termos construtivismo / construtivistas de acordo com tendências filosóficas de ensino. Tais terminologias fazem referência a uma concepção filosófica de ensino denominada cognitivista interpretacionista. A filosofia cognitivista enfatiza os processos cognitivos envolvidos no processo de aprendizagem. Como cita Moreira (1999):

A filosofia cognitivista, trata, então, principalmente dos processos mentais, se ocupa da atribuição de significados, da compreensão, transformação, armazenamento e uso da informação envolvida na cognição. Na medida em que se admite, nessa perspectiva, que a cognição se dá por construção, chega-se ao construtivismo, tão apregoado nos anos noventa (MOREIRA, 1999, p. 15).

Em relação às estruturas multiplicativas e aditivas, foco de estudo nesta pesquisa, é válido citar as contribuições da própria epistemologia genética e do pós piagetiano Gérard Vergnaud. Segundo Piaget, o processo da formação das estruturas multiplicativas, num primeiro momento, assemelha-se a adições sucessivas. Porém, como mostra estudos piagetianos, a multiplicação transpassa a hipótese anterior ao evidenciar também um caráter de simultaneidade. Observe três estágios compreendidos ao se realizar a multiplicação 3×4 definidos por Piaget (1986):

[...] em primeiro lugar o ‘todo’ (aqui 12, que permanece o mesmo se invertermos 3×4 ou 4×3); em segundo lugar vêm seus subconjuntos, que denominamos “partes”: trata-se de três classes de 4 elementos cada uma; em terceiro lugar vêm pois os ‘elementos’ ou unidades que são em número de 4 para cada ‘parte’ e desempenham o papel de ‘contido’ para uma delas (PIAGET, 1986, p.72).

Assim, torna-se condição necessária a formação prévia de estruturas aditivas (construídas pelos alunos), para que as multiplicativas possam ocorrer. Tal exigência acaba por caracterizar a construção de conceitos (neste caso os matemáticos) na forma de espiral. Como abordou-se o termo estrutura, torna-se importante ressaltar que a mesma é constituída por variáveis interdependentes. No caso das estruturas aditivas, as variáveis que propiciam o pensar aditivo são: correspondência termo a termo, adicionar, retirar, equivalência, simultaneidade. Para as multiplicativas, além das aditivas temos: correspondência um para muitos, quotição, distribuição, proporção, produto cartesiano.

Em relação às contribuições de Gérard Vergnaud, é importante salientar algumas considerações, úteis ao professor no momento da elaboração de atividades para o ensino/construção destas estruturas:

1) Para a construção de estruturas multiplicativas, os sujeitos já necessitam ter construído as estruturas aditivas.

- 2) Problemas multiplicativos que envolvem números racionais ou de valor numérico elevado possuem graus de dificuldade elevados (no momento da solução) em comparação com os mesmos que apresentam números inteiros.
- 3) Os alunos precisam possuir a noção de equivalência, simultaneidade, pensamento probabilístico, para compreender que a multiplicação não é somente adição de parcelas iguais, mas sim, um arranjo de ordem quaternária, ou seja, que envolve 4 variáveis.

Para concluir a discussão sobre os referenciais teóricos utilizados para a realização da pesquisa, torna-se necessário discutir sobre a metodologia de solução de problemas. De modo geral, a metodologia de solução de problemas pretende atribuir ao processo de ensino e aprendizagem a característica do *aluno ativo*, ou seja, o aluno passa a aprender, construir conceitos cognitivos, a partir do momento que soluciona, ou tenta solucionar situações problemas. Ao fazê-lo, o aluno age sobre o objeto de conhecimento, sendo mediada (essa ação) pelo professor. George Pólya⁷ propôs várias etapas, que tornariam os alunos bons solucionadores de problemas, tais como: compreensão de um problema, estabelecimento de um plano, execução de um plano, retrospectiva. Porém, o aluno só conseguirá obter êxito, desde que, essas etapas suscitadas sejam realizadas com o auxílio do professor mediado por um referencial teórico consoante a tal proposta. Outro autor que dedicou atenção à solução de problemas foi Mayer. Segundo esse autor, o aluno necessita saber alguns conhecimentos, para daí, então solucionar problemas com êxito. Brevemente, constam a seguir estes conhecimentos: lingüísticos, factual, de esquema, de estratégia e algorítmico.

OBJETIVOS - GERAL E ESPECÍFICOS:

O objetivo geral que norteou a pesquisa apresenta-se abaixo:

Analisar a construção de estruturas multiplicativas por alunos do 2º ciclo do Ensino Fundamental (segundo teoria da Epistemologia Genética de Jean Piaget) utilizando a metodologia de solução de problemas em alunos de 3ª e 4ª série do Ensino Fundamental que apresentam dificuldades em matemática.

Os objetivos específicos que possibilitaram verificar a consistência da questão norteadora foram:

- I. Identificar os sujeitos cognoscentes que apresentem níveis menos elevados em relação à construção de estruturas aditivas e multiplicativas através de *prova aplicada*. A referente prova, inicial, foi composta de problemas que envolviam noções de multiplicação e divisão, sendo suficiente, para a solução de algumas questões valer-se dos raciocínios aditivo e lógico.
- II. Analisar as concepções dos professores de 1ª a 4ª séries (atuantes na escola participante) que acarretam implicações didático-metodológicas em relação ao ensino de matemática.
- III. Verificar a aprendizagem/construção das estruturas multiplicativas quando utilizada a metodologia de solução de problemas.
- IV. Analisar as possíveis intervenções psicopedagógicas assumidas pelo professor no momento da elaboração dos conceitos aditivos e multiplicativos pelos sujeitos cognoscentes.

⁷ George Pólya (1887 - 1995), natural da Hungria, foi um importante matemático do século XX. Deu especial atenção ao processo de solução de problemas, defendendo a idéia de que para aprender são necessárias situações problemas que estimulem os sujeitos cognoscentes a agirem ativamente. Foi considerado o pioneiro no tratamento moderno da Heurística.

SUJEITOS:

A presente pesquisa contou com a participação de 140 sujeitos, sendo divididos em 2 etapas:

- ✓ 1ª etapa: 120 alunos de 3ª e 4ª séries (60 alunos de cada série) pertencentes a uma escola da rede estadual do município de Bauru.
- ✓ 2ª etapa: 20 professores de 1ª a 4ª séries - Ensino Fundamental da escola mencionada acima.

ETAPAS:

As etapas percorridas para a realização do estudo apresentam-se abaixo:

1. Autorização da direção e da coordenação pedagógica responsáveis pela escola que oportunizou a ocorrência da referente pesquisa.
2. Aplicação e correção⁸ da prova de estruturas aditivas e multiplicativas a 120 alunos de 3ª e 4ª série (sendo esta denominada 1ª etapa da pesquisa).
3. Seleção de 20 alunos (2ª etapa da pesquisa) que apresentaram a menor nota em cada uma das 4 salas participantes (sendo 2 salas de 3ª e 2 salas de 4ª séries).
4. Aplicação e análise de questionário a 20 professores da escola participante (sendo compostos por 5 professores de cada série - 1ª a 4ª) - 1ª etapa da pesquisa.
5. Realização de entrevista individual a cada um dos 20 alunos selecionados.
6. Intervenção (didático-metodológica) aos 20 alunos separados nos grupos A e B, sendo que o primeiro foi formado por 10 alunos da 3ª série e o segundo com o restante de alunos da 4ª série.
7. Aplicação de questionário e intervenção (por meio de entrevista - diálogo) aos professores responsáveis pelas 4 salas em que estudam os alunos selecionados para a 2ª etapa.
8. Aplicação de provas aos alunos da 2ª etapa em que se preconizou a metodologia de solução de problemas para a construção das estruturas aditivas e multiplicativas.

PROCEDIMENTO UTILIZADO PARA APLICAÇÃO DE PROVAS E QUESTIONÁRIOS A ALUNOS E PROFESSORES, RESPECTIVAMENTE:

A aplicação das provas aos alunos da 1ª etapa ocorreu em dois momentos. Primeiro aplicou-se a prova aos 60 alunos da 3ª série (sendo 2 horas o tempo máximo para a entrega da mesma). A seguir, no mesmo dia, foi aplicada aos 60 alunos da 4ª série (sendo respeitada o mesmo tempo de aplicação).

Já a aplicação da prova aos alunos da 2ª etapa (sendo 1 hora e 30 minutos o tempo máximo para a entrega da mesma) ocorreu em 2 momentos. Em um primeiro momento aplicou-se a prova aos alunos da 4ª série, e num segundo momento aos alunos da 3ª série.

Em relação aos professores, o questionário foi direcionado a 5 professores de cada série (1ª a 4ª), entregue em HTPC, sendo solicitado a entrega no dia seguinte.

Aos professores dos alunos selecionados à 2ª etapa foram realizadas entrevistas entre o pesquisador e os mesmos. Neste momento ocorreu troca de informações entre ambos, oportunizando um momento de reflexão acerca do ensino de matemática (em especial das operações aritméticas básicas: adição, multiplicação, subtração e divisão).

PROCEDIMENTO UTILIZADO PARA ANÁLISE DAS PROVAS DIRECIONADAS AOS ALUNOS:

⁸ O máximo de pontos a ser atingidos na correção da prova representava um somatório igual a 10.

A análise e correção da 1ª prova aplicada aos 120 alunos se fez de maneira somativa / quantitativa, obtendo-se notas que no máximo atingiram 10 pontos. Também houve análise das soluções elaboradas pelos alunos, observando a validade das proposições de Piaget e Vergnaud, como: inicial noção de multiplicação como sendo proveniente de adições sucessivas, dificuldade ao deparar-se com números racionais e de elevado valor numérico, inicial noção de divisão como sendo proveniente de subtrações sucessivas.

Já a análise e correção da 2ª prova aplicada aos 20 alunos selecionados, utilizou tanto a análise quantitativa quanto a qualitativa, procurando compreender o porquê dos procedimentos realizados pelos alunos. É fundamental salientar que tal correção embasou-se nas concepções da teoria piagetiana, e particularmente do conceito de estruturas aditivas e multiplicativas.

Em ambos os casos fizeram-se uso de tabelas e gráficos de barras verticais com o intuito de estabelecer comparações entre os resultados obtidos.

PROCEDIMENTO UTILIZADO PARA ANÁLISE DOS QUESTIONÁRIOS DIRECIONADOS AOS PROFESSORES:

A abordagem para a análise das respostas obtidas nos dois questionários direcionados aos professores deu-se de maneira qualitativa, donde procurou-se identificar, a partir das respostas e falas dos professores, as concepções assumidas pelos mesmos em relação ao ensino de matemática. Foi considerado também o tempo de magistério de cada professor, para assim estabelecer comparações acerca das épocas educacionais aos quais os mesmos obtiveram formação pedagógica.

Novamente utilizou-se a linguagem gráfica e tabelas para a amostragem dos dados coletados, oportunizando assim comparações entre os resultados obtidos.

INTERVENÇÃO PSICOPEDAGÓGICA E ENTREVISTA AOS ALUNOS SELECIONADOS À 2ª ETAPA:

As entrevistas foram realizadas com os alunos no período pós-aula (possuindo duração máxima de 30 minutos).

O momento em que os alunos participaram das intervenções alicerçadas na metodologia de solução de problemas ocorreu também após as aulas (no período de 1 hora e 30 minutos), uma vez por semana durante cinco semanas.

Estes momentos aconteceram em grupos separados, ou seja, o grupo denominado A possuía os 10 alunos da 3ª série; já o grupo B possuía os alunos da 4ª série. Optou-se por tal separação devido dois fatores:

1. O trabalho com 20 alunos prejudicaria a dinâmica da intervenção didático-metodológica, pois, no decorrer dos encontros, o pesquisador questionou os alunos, provocando-lhes desequilíbrios cognitivos que implicassem avanço em relação à construção de estruturas aditivas e multiplicativas.

2. Possibilidade de diversificar as ações para cada série, pois os alunos das 4ª séries vivenciaram situações que os da 3ª não o tinham.

Tais encontros ocorreram mediante autorização da equipe gestora da escola (diretor, vice-diretor e coordenador pedagógico). Além disso, os pais dos alunos participantes foram devidamente comunicados sobre esta pesquisa e seu objetivo principal - citado acima.

DINÂMICA DAS INTERVENÇÕES:

Para a realização das atividades de intervenção aos alunos selecionados para a 2ª etapa da pesquisa foi utilizada uma sala cedida pela escola. As carteiras foram dispostas em meia lua, oportunizando assim a visibilidade de todos os integrantes, sejam do grupo A ou B.

As propostas metodológicas iniciavam com a apresentação de uma situação problema lida pelo pesquisador, com o auxílio dos alunos, ou seja, cada integrante em dias alternados auxiliou o pesquisador na leitura⁹.

Escolheu-se um tema gerador para ambos os grupos, priorizando os conteúdos que estavam sendo trabalhados pelos professores de 3ª e 4ª séries no momento da realização da pesquisa. Logo, o tema escolhido para ambos os grupos foi: Alimentação Saudável.

ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS:

Os resultados encontrados evidenciam a preocupante situação no processo de ensino e aprendizagem enfrentada por alunos e professores da escola analisada.

Na 1ª prova, a média geral dos 120 participantes foi de 2,13 (do total das 6 questões propostas aos mesmos). Assim, no geral, não houve sequer acerto de metade dos problemas. Em relação à utilização de estruturas multiplicativas observou-se que: 1/6 dos alunos dominavam satisfatoriamente este conhecimento, 1/5 razoavelmente, 1/2 muito pouco e o restante quase nenhum. Foi interessante verificar a utilização de adições sucessivas para a solução de problemas multiplicativos, e, de subtrações sucessivas para a solução de questões nas quais seriam necessárias as operações de divisão. Tal fator veio salientar o exposto por Piaget, donde preconizou a importância das estruturas aditivas para a construção do arcabouço das estruturas multiplicativas, através de um processo contínuo e construtivo. A recorrência às operações de adição e subtração já constitui-se foco de estudo de alguns autores, tais como: Fischbein; Taxa, 2001; Maza, 1991). Observe a figura abaixo, na qual o aluno demonstra ainda estar utilizando adições sucessivas para a solução de problemas multiplicativos:

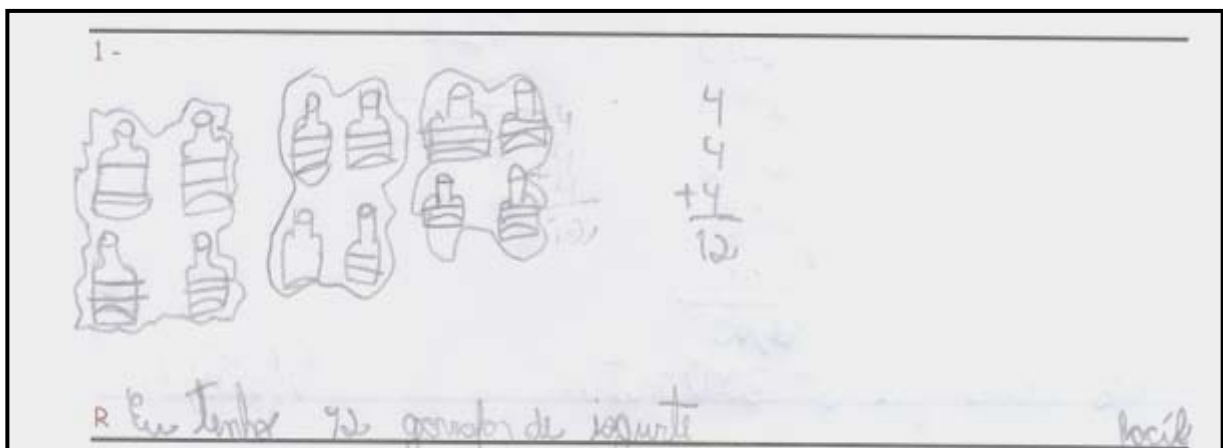


Figura 2 – Solução da questão 1¹⁰ realizada pelo aluno de 3ª série, na 1ª etapa.

⁹ Como já tinha sido identificada – através da 1ª prova aplicada a todos os alunos e entrevistas com os 20 selecionados – a dificuldade em relação ao conhecimento da língua materna, o pesquisador procurou com essa iniciativa, minimizar a possível aversão à leitura de textos, tentando contribuir para uma “melhor” construção do conhecimento lingüístico. Como salientou Maza, a construção deste conhecimento torna-se importante para a solução de situações problemas, que para serem traduzidas em linguagem matemática necessita antes ser entendida na língua materna.

¹⁰ A questão 1 é salientada a seguir: “Tenho 3 bandejas de iogurtes. Cada bandeja tem 4 potinhos de iogurtes. Quantos potinhos de iogurtes eu tenho?”

Os 20 professores analisados mostraram grandes dificuldades para utilizar/incorporarem as contribuições das teorias de aprendizagem cognitivas em suas práticas docentes. Abaixo observa-se uma das respostas dadas pelos professores participantes, demonstrando as concepções que acabam por orientar os encaminhamentos didático-metodológicos utilizados pelos mesmos:

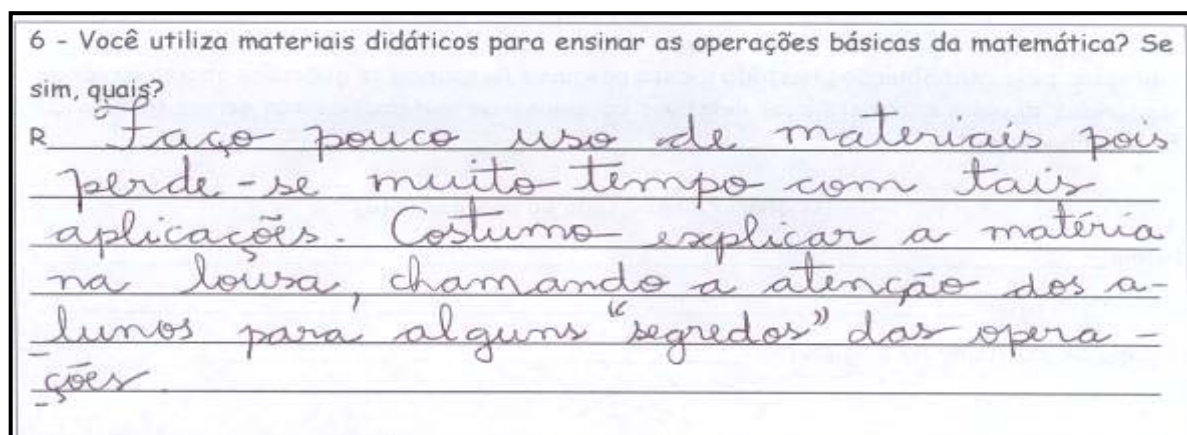


Figura 3 – Questionário aplicado ao professor participante.

A realização das entrevistas com os 20 alunos (da 2ª etapa) evidenciou o esperado: a difícil relação com a matemática, proveniente do não entendimento de conceitos básicos, como: sistema de numeração posicional, idéia intuitiva sobre conjuntos, correspondências unívocas, relação espacial (tridimensional), entre outros. Também verificou-se baixo desempenho e interesse na disciplina Língua Portuguesa, o que acaba por complicar a solução de problemas matemáticos devido a má interpretação dos enunciados verbais. Na Tabela 1 destaca-se a disposição dos 20 alunos em série e o total de acertos correlatos às questões da 1ª prova:

Tabela 1 – Desempenho inicial dos 20 alunos selecionados a participar da 2ª etapa.

Aluno Selecionado - 2ª etapa - 3ª série:	Pontos obtidos da Prova Aplicada na 1ª etapa:	Aluno Selecionado - 2ª etapa - 4ª série:	Pontos obtidos da Prova Aplicada na 1ª etapa:
AMA	0,5	DAY	0,5
BRU	0,75	DIO	0,25
ARI	0,25	GAB	0,25
AUG	0	GIO	0,25
BIA	0,5	JEN	0
LIMA	0,25	JES	0
ANC	0,5	KEV	0,25
CAI	0	LUC	0,25
CAM	0,75	LUI	0,75
DAV	0,75	WEL	0,5
Média de pontos	0,425	Média de pontos	0,3

As entrevistas, realizadas com os 4 professores responsáveis pelos alunos da 2ª etapa, demonstraram grande interesse e preocupação relativa à aprendizagem de conteúdos matemáticos. Porém, pode-se elencar alguns fatores que interferem no processo de incorporação de práticas educacionais alicerçadas em teorias cognitivistas:

1. Falta de formação adequada para a aplicação (didático-metodológica) desta nova proposta.
2. Consideram a proposta anterior (ensino tradicional) mais eficiente.

3. Aham complicado utilizar o construtivismo na atual organização ou dinâmica das escolas estaduais.

A resposta de uma das professoras entrevistadas denota as dificuldades enfrentadas quanto ao ensino da matemática em seu trabalho como docente:

“Nestes mais de vinte anos ministrando aulas, em especial a alunos da 3ª e 4ª série, venho observando uma crescente dificuldade em relação ao ensino da matemática como um todo. A falta de atenção com que os alunos chegam à escola é tamanha, em decorrência disso, o ensino dos conteúdos torna-se complicado. Em relação às operações aritméticas, tenho observado que o ensino de multiplicação e divisão apresentam as maiores dificuldades aos alunos. Tenho ensinado aos alunos algumas *palavras importantes* para facilitar o entendimento das operações básicas. A teoria de Piaget e de Vigotski foi me apresentada há uns 6 anos, porém conheço-as superficialmente. O estado quer impor uma nova maneira de ensinar, mas não prepara os docentes que já estavam em atuação previamente. Não é tão simples abandonar uma prática pedagógica e adotar uma nova de um dia para o outro”.

Após as intervenções realizadas, observou-se uma melhora significativa no desempenho dos alunos em relação à solução de situações problemas envolvendo estruturas aditivas e multiplicativas. A utilização da metodologia de solução de problemas veio de encontro à proposta construtivista, pois, os desequilíbrios cognitivos ocasionados nos sujeitos estimulam a correlação com conhecimentos anteriores, tornando *construtivo e significativo* a aquisição de novos conhecimentos pelos alunos. Observe os resultados obtidos a partir da tabela abaixo:

Tabela 2 – Desempenho da 3ª série em prova aplicada após intervenção psicopedagógica.

Aluno Selecionado - 2ª etapa	Pontos obtidos da Prova Aplicada na 2ª etapa
AMA	6,25
BRU	5
ARI	6,5
AUG	3,75
BIA	3,75
LIMA	2,5
ANC	5
CAI	2,5
CAM	7,5
DAV	5
Média de pontos	4,775

Tabela 3 – Desempenho da 4ª série em prova aplicada após intervenção psicopedagógica.

Aluno Selecionado - 2ª etapa	Pontos obtidos da Prova Aplicada na 2ª etapa
DAY	7,5
DIO	3,75
GAB	2,5
GIO	5
JEN	3,75
JES	3,75
KEV	2,5
LUC	5
LUI	3,75
WEL	5

Média de pontos	4,25
-----------------	------

Assim, a amostragem e posterior discussão dos dados mostraram eficácia, ou seja, validou-se a hipótese suscitada inicialmente.

APONTAMENTOS “IN-CONCLUSIVOS”:

A partir da verificação da construção de estruturas multiplicativas, a partir das aditivas, utilizando como metodologia a solução de problemas e referencial teórico piagetiano, pode-se inferir alguns apontamentos em relação ao processo de ensino e aprendizagem de conteúdos matemáticos. Mediante as novas concepções sociais, acreditar em educação como mera reprodução de conteúdos escolares pode desencadear sérias conseqüências em momentos futuros - porém não distantes - de nossa época.

A invasão do mundo tecnológico, em especial no ocidente, aumenta consideravelmente. Logo, será que a escola de hoje - em particular a brasileira - está preparando os alunos para adequarem à vida em sociedade (sejam nos aspectos pessoais, profissionais)? Embora várias propostas governamentais preconizem o ensino como meio do indivíduo desenvolver-se nas esferas cognitiva, social e pessoal, observa-se a não ocorrência deste objetivo. A simples constatação de que as crianças não estão construindo noções básicas de aritmética (entre muitas outras e de outras áreas de conhecimento que precisam construir) indica que, deve-se repensar dois aspectos: a formação dos professores e os recursos disponibilizados às escolas. Incorporar a proposta construtivista na prática diária depende não só de interesse por parte do docente, mas sim de formação continuada e coletiva.

Deve-se cobrar da esfera administrativa e política maior dispêndio de recursos às instituições de ensino. Isto, pois, como possibilitar ao aluno - neste caso de 1ª a 4ª série que se encontra no estágio de *operações concretas*¹¹ - a busca por constantes relações cognitivas sendo-lhe oferecido o mínimo de materiais concretos (manipulativos). Como os mesmos poderão progredir do observável ao abstrato (ao generalizável) sem o objeto de estudo - nesta etapa o ente concreto? Será esta uma forma de exclusão camuflada, tendo em vista que, o acesso à escola não garante a permanência do aluno para que se desenvolva como cidadão?

Espera-se a partir desta pesquisa a possibilidade de um repensar sobre educação, em especial, educação matemática, como um dos meios para o sujeito desenvolver-se integralmente. Embora o argumentado abaixo se faça presente em muitos discursos pedagógicos, vale a pena salientá-lo: “Não deve-se ensinar matemática como sendo uma disciplina estática, composta somente por fórmulas e equações. Estas fórmulas e equações só foram construídas graças a relações iniciais retiradas de situações problemas que o homem mantinha com a natureza. O importante é encarar a matemática como uma disciplina dinâmica e em constante construção epistemológica por parte de alunos e professores que compartilham o processo de ensinar e aprender consoantemente.

Finaliza-se a discussão com um re-pensar, dos autores deste artigo, acerca do significado de SER CONSTRUTIVISTA – segundo Epistemologia piagetiana: “*Não basta aplicar um jogo no final da aula para dizer-se construtivista. Também não é condição suficiente deixar os alunos buscarem o conhecimento sem nenhuma intervenção. Assumir uma postura construtivista torna-se uma constante e interminável tarefa de formação profissional. A primeira idéia que o docente deve adotar refere-se a possibilidade de oferecer aos alunos situações didático-metodológicas em que estabeleça-se constante relações em diversas situações. As relações são interpretadas como momentos de desequilíbrios cognitivos à busca de*

¹¹ Operações Concretas (7 - 11 anos) - conforme as experiências físicas e concretas assumem papéis de mediadores entre a criança e o mundo, o sujeito cognoscente começa a conceitualizar, criando "estruturas lógicas" para a explicação das suas experiências, mas ainda sem abstração.

equilibrações majorantes. Objetivamente, poder-se-ia ressaltar verbos ações, que, bem encaminhadas pelo docente, podem propiciar um ensino construtivista: observar, analisar, discutir, refletir, construir, jogar, duvidar, acertar, errar, tentar constantemente”.

REFERÊNCIAS:

- ALVES, E. V. **Um estudo exploratório dos componentes da habilidade matemática requeridos na solução de problemas aritméticos por estudantes do ensino médio.** Dissertação (Mestrado). Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, 1999.
- CALSA, G. C. **Intervenção psicopedagógica e problemas aritméticos no Ensino Fundamental.** Tese (Doutorado). Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, 2002.
- GUIMARÃES, K. P. **Processos cognitivos envolvidos na construção de estruturas multiplicativas.** Tese (Doutorado). Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, 2004.
- KAMII, C. **A criança e o número: implicações da teoria de Piaget para a atuação junto a escolares de 4 a 6 anos.** Tradução Regina A. de Assis. 33ª edição. Campinas, SP: Papirus, 1992.
- MAYER, R. E. A capacidade para a matemática. In Sternberg, R. **As capacidades intelectuais humanas. Uma abordagem em processamento de informação.** Tradução de Batista, D. Porto Alegre: Artes Médicas, 1992. p. 144-168.
- MAZA, C. **Enseñanza de la multiplicación y división.** Madrid: Editorial Síntesis, 1991.
- MOREIRA, M. A. **Teorias da Aprendizagem.** São Paulo: EDU, 1999.
- PIAGET, J. **A equilíbrio das estruturas cognitivas: problema central do desenvolvimento.** Tradução Marion M. dos S. Penna. Rio de Janeiro: Zahar, 1976.
- PIAGET, J. **Biologia e Conhecimento.** Tradução de Francisco M. Guimarães. 3ª edição. Petrópolis, RJ: Vozes, 1996.
- PIAGET, J.; INHELDER, B. **A gênese das estruturas lógicas elementares.** Tradução Álvaro Cabral. Rio de Janeiro: Zahar, 1975.
- PIAGET, J.; SZEMINSKA, A. **A gênese do número na criança.** Tradução Christiano M. Oiticica. Rio de Janeiro: Zahar, 1975.
- PIROLA, N. A. **Solução de problemas geométricos: dificuldades e perspectivas.** Tese (Doutorado). Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, 2000.
- POLYA, G. **A arte de resolver problemas.** Rio de Janeiro: Interciência, 1978.
- POZZO, J. I. **A solução de problema: aprender a resolver, resolver para aprender.** Porto Alegre: Artmed, 1998.
- SANFELICE, J.L. Epistemologia e teorias da educação. **Revista de educação da PUC**, n. 8, pp. 7-14, 2000.
- Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros Curriculares Nacionais: Matemática. Brasília: MEC/SEF, 1997.
- TAXA, F. O. S. **Estudo sobre a resolução de problemas verbais aritméticos nas séries iniciais.** Dissertação (Mestrado). Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, 1996.
- TAXA, F. O. S. **Problemas multiplicativos e processo de abstração em crianças na 3.ª série do Ensino Fundamental.** Tese (Doutorado). Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, 2001.
- VERGNAUD, G. **El niño, las matemáticas y la realidad; problemas de la enseñanza de las matemáticas en la escuela primaria.** Tradução Luís O. Segura. México: Trillas, 1991.