

As Estratégias de Resolução de Problemas das Estruturas Aditivas nas Quatro Primeiras Séries do Ensino Fundamental

Sandra M. P. Magina, Eurivalda R. dos S. Santana**, Irene M. Cazorla*** e Tânia M. M. Campos*****

Resumo: Este artigo analisa as estratégias de 1021 estudantes das séries iniciais do Ensino Fundamental, de 26 escolas públicas do Sul da Bahia, na resolução de problemas das estruturas aditivas. A Teoria dos Campos Conceituais foi utilizada como referencial teórico. Os estudantes responderam, coletivamente, um teste contendo 12 problemas de adição e subtração, doravante chamados como problemas de estruturas aditivas. Os resultados apontam uma queda significativa no percentual de acerto em problemas que envolviam extensões mais complexas dessa estrutura; também naqueles que apresentavam incongruência semântica entre as palavras-chave e a operação a ser realizada. Observou-se um crescente sucesso na resolução dos problemas considerados protótipos, segundo o nível de instrução. Já nos problemas mais complexos não observou-se ganhos significativos com a instrução. Considerando a intrínseca relação entre o saber do professor e de seus alunos, o estudo enfatiza a necessidade de se repensar a formação matemática, inicial e continuada, do professor das séries iniciais e o papel da pesquisa em sua formação.

* Professora da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo – PUC - sandra@pucsp.br

** Professora da Universidade Estadual de Santa Cruz – UESC - eurivalda@hotmail.com

*** Professora da Universidade Estadual de Santa Cruz - icazorla@uol.com.br

**** Professora da Universidade Bandeirante de São Paulo – UNIBAN - taniammcampos@hotmail.com

Palavras chave: Campos Conceituais, Estruturas Aditivas, Ensino Fundamental, resolução de problemas, Estudo Diagnóstico.

Primary school children's strategies concerning problem solving in additive structures

Abstract: This paper analyzes strategies used by 1021 primary school children from 26 public schools located in the south of Bahia, when they were solving additive structure problems. The conceptual field theory was adopted as a theoretical framework. The students were asked to collectively solve 12 problems involving addition and subtraction, treated from now on as additive structure problems. The results revealed significant decrease in the percentage of correct answers in problems that involved more complex extensions of this structure, as well as in those which presented semantic incongruence between key words and the operation that should be used. Although there was some improvement in the children's performance in prototype problems, according the level of instruction, no significant improvement was observed with more complex problems. Considering the intrinsic relationship between the teacher's and the students' knowledge, the study emphasizes the need to review initial and in-service mathematics teacher formation, as well as the role of research in teacher formation.

Key words: conceptual field; additive structures; basic school; problem solving; diagnostic study.

Introdução

O objetivo deste estudo foi realizar um diagnóstico sobre as estratégias utilizadas por alunos das séries iniciais ao resolverem problemas envolvendo as operações de adição e subtração, doravante denominadas por estruturas aditivas. A justificativa para tal estudo advém dos resultados obtidos na principal avaliação brasileira de larga

escala, realizada em nível nacional, voltada para a educação fundamental, qual seja, o Sistema de Avaliação do Ensino Básico (SAEB), que vêm mostrando, desde a sua criação, que o ensino de Matemática no país enfrenta sérios problemas, principalmente na região Nordeste. Todavia são escassos os trabalhos diagnósticos que explicitem as razões desse baixo desempenho ou que apontem os principais tipos de dificuldades apresentadas pelos estudantes nessas avaliações.

O quadro mostra-se mais preocupante quando se observa que muitos estudantes chegam à 5ª série sem o domínio das operações fundamentais com números naturais, conforme descrevem Peixoto, Santana e Cazorla (2006), que trabalharam com o ábaco japonês *soroban*, visando sanar dificuldades na compreensão dessas operações com estudantes dessa série.

Compreender as raízes dessa problemática implica em conhecer o domínio das estruturas aditivas que estudantes dessa mesma região apresentam. Para tanto, dentre as várias teorias da Educação Matemática, buscamos subsídios na Teoria dos Campos Conceituais, especificamente no que se refere ao campo conceitual aditivo, ou, simplesmente, estruturas aditivas. A partir desse referencial buscamos construir um quadro explicativo, por série, que leve a compreensão das filiações e rupturas dessas estruturas. Nessa perspectiva, buscamos, ainda, saber quais são as estratégias e tipos de interpretação mais utilizados pelos estudantes na resolução de problemas das estruturas aditivas e quais são as rupturas mais freqüentes que podem indicar os obstáculos que impedem o desenvolvimento da aprendizagem das competências para o domínio da adição e subtração.

Embora o presente estudo esteja restrito a uma dada região do país, graças ao grande número de participantes de nossa amostra, acreditamos que os resultados aqui apresentados contribuirão para iluminar o nosso entendimento a cerca do baixo desempenho de estudantes de outros Estados nordestinos e mesmo de outras regiões do Brasil.

Estamos convictas de que é crucial uma aprendizagem sólida das operações básicas, sem as quais será muito difícil construir o conhecimento matemático posterior. Por outro lado, a crença de que somar e subtrair é tarefa fácil, parece ser falsa. Por essa razão é importante que os professores possam compreender o porquê do não aprendizado dessas estruturas em âmbito muito mais geral. Assim, somos de posição de que somente conhecendo as dificuldades que os estudantes enfrentam ao resolver problemas no campo das estruturas aditivas é que se poderá subsidiar políticas de qualificação docente e o replanejamento do trabalho pedagógico. Assim, um trabalho diagnóstico é de suma importância no processo de superação do quadro atual em que se encontra o ensino da Matemática.

As estruturas aditivas na teoria dos campos conceituais

A Teoria dos Campos Conceituais, desenvolvida por Vergnaud, de cunho cognitivista, visa fornecer um quadro coerente que sirva de base para o estudo do desenvolvimento e da aprendizagem desde competências simples até as mais complexas. Vergnaud (1996) defende que esta teoria proporciona um diagnóstico da aprendizagem, tornando de grande interesse para a didática da Matemática. Para ele, um campo conceitual significa: *Um conjunto informal e heterogêneo de problemas, situações, conceitos, relações, conteúdos, e operações de pensamento, conectados uns ao outro e provavelmente interligados durante o processo de aquisição.* (VERGNAUD, 1982, p. 40). Nessa relação entre situações e conceitos, o autor esclarece que a apropriação de um único conceito emerge da interação de várias situações nas quais esse conceito se encontra inserido. Por sua vez, cada uma dessas situações, por mais simples que ela se apresente, requer a compreensão de vários conceitos (Vergnaud, 1994). É por esse motivo que Vergnaud afirma não fazer sentido falar na formação de um conceito isolado, mas sim em um campo conceitual.

Para que qualquer campo conceitual seja dominado por um indivíduo, faz-se necessário a passagem de muitos anos, durante os

quais é preciso que esse indivíduo interaja com inúmeras situações – por meio da aprendizagem escolar e também pela sua própria experiência, fora do contexto escolar – as quais lhes permitirá o desenvolvimento de esquemas para lidar com essas situações. Dessa forma, o indivíduo irá se apropriando de representações simbólicas que farão a ponte entre as situações e os invariantes operatórios utilizados para resolvê-las. É essa tríade – conjunto de situações, de invariantes operatórios e de representações simbólicas – que está na base da formação dos conceitos, segundo essa teoria.

O campo conceitual das estruturas aditivas é, ao mesmo tempo, um conjunto de situações, cujo tratamento implica em uma ou várias adições, ou subtrações, ou, ainda, a combinação dessas duas operações, e um conjunto dos conceitos e teoremas que permitem analisar essas situações como tarefas matemáticas (VERGNAUD, 1996). MAGINA et. al (2001), numa re-leitura dessa teoria, classifica os problemas aditivos dentro de três relações de base, a partir das quais são gerados os problemas de adição e subtração, alguns trabalhados rotineiramente em sala de aula. Assim, os problemas aditivos são classificados como: Composição, transformação e comparação. Dentre estes três grandes grupos de problemas básicos, as situações apresentam diferentes níveis de complexidades, que são chamadas de extensões, sendo que os problemas inseridos nas mais simples das situações são chamados de protótipos. Abaixo apresentamos as três classes de problemas, como propostos por Magina et. al (2001):

- Composição: essa classe compreende as situações de parte e todo. Dessa forma, pode-se apresentar aos estudantes os valores de duas ou mais partes e perguntar sobre o valor do todo (classificado como um dos protótipos de problemas aditivos). Alternativamente, pode-se informar o valor do todo e de uma (ou mais) parte(s) e perguntar sobre o valor da parte restante (classificado como um dos problemas de 1ª extensão das estruturas aditivas).

- **Transformação:** nessa classe de problemas a idéia temporal está sempre envolvida. Ela estabelece uma relação entre uma quantidade inicial e uma quantidade final. Há seis situações possíveis, sendo três relacionadas a transformações positivas e três relacionadas a transformações negativas. Os problemas que informam sobre a quantidade inicial e sobre a transformação (positiva ou negativa) são considerados como problemas protótipos. Já os problemas que informam sobre as quantidades iniciais e finais, perguntando sobre o valor da transformação são considerados problemas de 1ª extensão. Por fim, os problemas que oferecem os valores da transformação e a quantidade final, perguntando pela quantidade inicial é considerado como um problema de maior complexidade, enquadrado como de 4ª extensão.
- **Comparação:** nessa classe é possível comparar duas quantidades – denominadas referente e referido – existindo sempre uma relação entre elas. Se o problema oferecer uma das quantidades (referente) e a relação entre elas e perguntar sobre a outra quantidade (referido) têm-se um problema de 2ª extensão. Ao se fornecer as duas quantidades (referente e referido) e perguntar sobre a relação entre elas, os problemas são classificados como de 3ª extensão. E se, as quantidades informadas forem a do referido e da relação, pedindo-se a quantidade do referente, então se trata de um problema de 4ª extensão.

Segundo Magina e Campos (2004), para que o ensino de Matemática nas séries iniciais seja efetivo é preciso que o estudante identifique e se aproprie dos invariantes existentes no conceito de número e das quatro operações básicas. Para que isso ocorra, o professor, enquanto mediador entre o conhecimento matemático e o estudante, precisa ficar atento para *o que, como, quando e porque*, ensinar um dado conteúdo. Para as autoras, o campo conceitual das estruturas aditivas envolve diferentes conceitos tais como: conceito de

medida, adição, subtração, transformação de tempo, número e relações de comparação, entre outros.

Revisão Bibliográfica

Nos últimos anos, as pesquisas em Educação Matemática têm utilizado, cada vez mais, a Teoria dos Campos Conceituais, a fim de estudar as condições de compreensão do significado do saber escolar pelo aluno, isto é, estudar o significado dos conceitos no contexto escolar, sem perder de vista suas raízes epistemológicas (PAIS, 2001). Esta teoria se expande com sucesso para o ensino de outras Ciências, como o de Física (MOREIRA, 2002) e Biologia (CRUZ & RESENDE JR., 2005).

Utilizando esse referencial teórico, Magina et al. (2001) estudaram as estruturas aditivas, dentro de situações que envolviam diversas classes de problemas, com 782 crianças, de 1ª a 4ª série de escolas públicas de São Paulo. Essas pesquisadoras concluíram que a taxa de acerto das crianças nas questões estava relacionada não apenas com a série em que o estudante se encontrava, mas também com o grau de complexidade embutido nesses problemas aditivos.

Posteriormente, Magina e Campos (2004) fizeram um estudo diagnóstico das estratégias de resolução de problemas aditivos, nas quatro séries iniciais do Ensino Fundamental, em duas escolas públicas do estado de São Paulo, envolvendo 248 crianças. As pesquisadoras concluíram que a evolução das competências desses estudantes não segue o mesmo padrão, variando de acordo com o tipo de problema – que exige da criança o domínio de raciocínios distintos – e tipo de contextos.

Nunes et al. (2005), partem do pressuposto de que o ensino deve se basear em evidências, cabendo ao professor coletar informações sobre seus alunos que lhe permita fazer intervenções e planejar seu programa de ensino, num processo de aprendizagem que não se limita apenas ao aluno, mas se estende ao próprio professor. A maior contribuição desses

pesquisadores é mostrar aos professores que é possível, à luz das discussões teóricas, conhecer e compreender os processos cognitivos envolvidos na aprendizagem das estruturas aditivas dos seus alunos, tendo parâmetros de referência, que lhe permita diagnosticar a fase do desenvolvimento em que seus alunos se encontram. Tal visão enfatiza a importância de se formar um professor-pesquisador, aquele que seja capaz de refletir sua prática pedagógica e de intervir de forma efetiva no processo de ensino e de aprendizagem.

Como se pressupõe que a aprendizagem dos estudantes passa necessariamente pelo ensino do professor, há vários estudos (SILVA e CASTRO, 2004; GUIMARÃES, 2005) que pesquisaram a resolução de problemas em estudantes do Ensino Fundamental e, a partir dos resultados, fazem sugestões a serem incluídas na formação do professor. Assim, Silva e Castro (2004), que analisaram a resolução de problemas como metodologia para aprender Matemática, utilizando a Teoria dos Campos Conceituais e as estruturas aditivas, com 27 alunos de uma turma de aceleração, com idades de 10 a 13 anos, semi-alfabetizados, de uma escola municipal de Fortaleza. Os resultados mostraram uma aprendizagem significativa dos alunos em relação a esse campo conceitual. Os pesquisadores sugerem que se inclua a metodologia de resolução de problemas na formação do professor de Matemática.

Nessa linha de argumento, Guimarães (2005), chama a atenção para a importância do professor discernir o momento e a intensidade de sua ajuda junto a seus alunos quando esses estão resolvendo um problema. Segundo essa autora, tal discernimento deve levar em conta o grau de reflexão exigido pelo problema, principalmente quando esse constitui uma novidade. Além disso, é preciso ter clareza de que a solução de problemas é aprendida resolvendo-se problemas.

Partindo desses pressupostos, pode-se concluir que o aluno precisa da mediação do professor no processo de interpretação e estruturação de situações que são lhes colocadas a partir da apresentação de situações-problema.

Tal pressuposto é substanciado pela Teoria dos Campos Conceituais, quando esta afirma que a construção do conhecimento é fruto de uma tríade: a maturação das estruturas cognitivas dos estudantes, suas experiências (familiarização) com esse conhecimento e, terceiro, a aprendizagem (VERGNAUD, 1994). Este último fator passa necessariamente pela sala de aula e tem na figura do professor seu principal ator.

Com isso queremos esclarecer que nosso estudo, embora focado na resolução de problemas por estudantes das séries iniciais do Ensino Fundamental, é e tem reflexo direto com a sala de aula e, conseqüentemente, com a formação do professor.

A seguir apresentaremos os procedimentos metodológicos adotados no estudo.

Procedimentos Metodológicos

A pesquisa envolveu 1021 alunos da 1ª a 4ª séries do Ensino Fundamental, de 26 escolas públicas de seis municípios do Sul da Bahia. Esses estudantes estavam assim distribuídos: 163 alunos estudavam na 1ª série, 208 na 2ª, 354 na 3ª e 296 alunos na 4ª série. A idade variou de 6 a 15 anos, com uma média geral de 9,5 anos e desvio padrão de 1,8 anos. A idade média na 1ª série foi de 8,1 anos, na 2ª de 8,7 anos, na 3ª de 9,5 anos e na 4ª série de 10,8 anos.

Foi utilizado o mesmo instrumento desenvolvido por Magina et. al (2001), o qual era composto por 12 problemas de adição e subtração, em situações familiares e envolvendo pequenos números. O Instrumento foi aplicado, coletivamente, com resolução individual, pelos professores das escolas, os quais, após a aplicação do mesmo em suas salas de aula, preencheram um formulário relatando como se deu o processo de aplicação.

As respostas aos problemas foram categorizadas em: (a) escolhe e efetua corretamente a operação; (b) erra na escolha da operação; (c)

repete os números dados no enunciado; (d) outro tipo de erro ou resposta e, (e) em branco.

Os problemas constantes no questionário serão apresentados em conjunto com a análise dos resultados. Esta foi realizada com a ajuda do pacote estatístico Statistical Package for Social Sciences-SPSS (NORUSIS, 1993), e o nível de confiança utilizado foi de 5%.

Análise dos Resultados

Apresentaremos os resultados segundo a classificação dos problemas. Assim, a primeira classe de problemas a ser analisada será a de composição, seguida pela classe de problemas de transformação e, por fim, os de comparação.

a) problemas de composição

No que diz respeito à composição, o instrumento constou de dois problemas dessa classe: o P1, que se encontra classificado como protótipo, e o P6, que se enquadra na 1ª extensão. Analisaremos esses problemas segundo a ordem em que foram apresentados no instrumento.

Em geral, a maioria dos alunos (86,2%) conseguiu responder corretamente o problema 1 (Quadro 1). Trata-se de um problema prototípico. O procedimento mais comum foi a armação da conta, seja de forma horizontal ou vertical e a efetuação da operação. Vale ressaltar que na análise das respostas de todos os instrumentos, nenhum aluno utilizou registros icônicos ou figurais, isto é, nenhum aluno desenhou ou lançou mão de tracinhos que permitissem perceber o processo de contagem e, ou adição.

Quadro 1. Desempenho no problema protótipo de composição (P1), por série, em percentual.

Problema	Cálculo Relacional	Tipos de Estratégias	Respostas	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a
				Operação correta	$6 + 7 = 13$	76,7	84,6
Operação contrária	$7 - 6 = 1$	0,0	0,5	0,6	0,7		
Escolha de números do enunciado	6 ou 7	5,5	3,8	0,8	1,0		
Erro na operação correta	12 ou 14	0,0	1,9	4,8	1,7		
Erro na operação contrária	0 ou 2	0,0	0,0	0,3	0,0		
Rabiscos	-----	3,1	1,0	0,9	0,0		
Outros	-----	11,0	7,2	4,8	5,1		
Em branco	-----	3,7	1,0	0,3	0,7		
Total	-----	100	100	100	100		

Alguns alunos armaram a conta com o sinal de subtração, porém efetuaram a adição e apresentaram a resposta correta. Neste caso, verificou-se que esses alunos, apesar de identificar e operar corretamente, ainda apresentam dificuldades na formalização dessa operação. Outros alunos lançaram mão do símbolo “□” fazendo $\square = 6 + 7$ e, em seguida, $\square = 13$. Neste caso, nota-se que esses alunos, de certa forma, já trabalharam resolução de problemas, procurando o valor da incógnita desconhecida. O que mais chamou atenção foi que alguns dos alunos que utilizaram tal estratégia estavam na 1^a série.

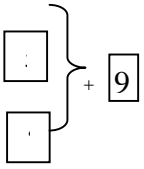
Poucos alunos subtraíram ao invés de somar. Isto significa que houve poucas dúvidas na escolha da operação. Também foram poucos os alunos que repetiram os números envolvidos no problema, sendo a maioria deles da 1ª série. Dentre outras respostas, as mais frequentes foram os números 12 e 14 desacompanhado de qualquer conta escrita. Uma hipótese possível é que esses alunos tenham se valido do cálculo mental e cometido um erro na soma. Se assim for, isso implica que os alunos identificaram corretamente se tratar de uma situação de adição, mas não souberam (ou não quiseram) armar a continha e erraram ao efetuar a operação mentalmente.

Apesar do bom desempenho em todas as séries e do aumento no percentual de sucesso das crianças de uma série para outra mais adiantada, observa-se que na 4ª série há ainda quase 10% dos alunos que não responde de forma correta.

O desempenho dos estudantes no problema 6 (P6), que se tratava de uma composição da 1ª extensão, caiu quase à metade (Quadro 2) em relação ao desempenho no protótipo. Menos da metade (44,2%) dos alunos da 1ª série conseguiram responder de forma correta. Mas o que chama a atenção de sobre maneira é que esse percentual não avança consistentemente de uma série para a outra, havendo, inclusive, uma queda no percentual de sucesso entre a 2ª e a 3ª série.

Este problema ocupou o 8º lugar entre os 12 problemas analisados, no que tange ao percentual de acerto dos sujeitos, o que significa que, diferentemente do esperado, ele esteve entre os quatro problemas mais difíceis do instrumento. O erro mais freqüente (15,2%) foi somar a quantidade total de peixes do aquário com os cinco peixes amarelos, dando a resposta final de 14 peixes, sendo esse tipo de erro mais freqüente nas 3ª (27,1%) e 4ª (19,3%) séries. Em média 13,9% dos estudantes repetiram os números envolvidos no enunciado, sendo isso mais freqüente na 2ª série. Os estudantes da 1ª série apresentaram uma variedade muito grande de respostas que não puderam ser classificadas. Também foi essa a série que mais deixou a questão em branco.

Quadro 2. Desempenho no problema de composição da 1ª extensão, por série, em percentual.

Problema	Cálculo relacional	Tipos de estratégias	Respostas	1ª	2ª	3ª	4ª	
<p>P6: Um aquário tem 9 peixes de cores amarela e vermelha. Cinco peixes são amarelos. Quantos são os peixes vermelhos?</p> <p>$5 + ? = 9$</p> <p>$9 - 5 = ?$</p>		Operação correta	$9 - 5 = 4$	44,2	45,2	40,7	56,4	
		Operação contrária	$9 + 5 = 14$	3,1	12,5	20,9	16,9	
		Escolha de números do enunciado	9 ou 5	4,3	22,6	13,6	14,9	
		Composição com uma parte e o todo conhecidos	Erro na operação correta	3	1,8	1,4	0,3	0,3
			Erro na operação contrária	13 ou 15	4,9	3,9	6,2	2,4
			Rabiscos	-----	9,2	3,4	5,1	0,00
			Outros	-----	15,3	6,3	10,7	5,7
			Em branco	-----	17,2	4,8	2,5	3,4
			Total	-----	100	100	100	100

Chamou atenção o elevado percentual de alunos da 1ª (41,7%) que demonstraram incompreensão do problema (rabiscos, outros, branco). Por se tratar de um problema de 1ª extensão, apresentando baixo grau de complexidade cognitiva, era esperado percentual de sucesso bem mais alto para todas as séries, culminando com a quase totalidade de acerto entre os alunos da 4ª série, o que este longe de ocorrer. De fato, o crescimento no percentual de sucesso entre os estudantes de 1ª e da 4ª série chegou a 12,2%. Assim, conjecturamos que esse tipo de problema não deve estar sendo trabalhado na escola.

b) problemas de transformação

O diagnóstico apresentou seis problemas da classe transformação, sendo o P2 e o P3, classificados como problemas protótipos de adição e subtração respectivamente; o P4 e o P5, problemas de 1ª extensão; e os problemas P11 e P12, considerados muito complexos cognitivamente e, por isso, classificados como problemas de 4ª extensão.

O problema 2 (P2) apresentou uma transformação positiva, considerado protótipo, havendo congruência semântica entre palavra-chave e a operação de adição, o que parece explicar o bom desempenho dos estudantes de todas as séries. Em geral 81,1% dos estudantes acertaram a questão. Em média apenas 5,1% dos estudantes escolheram a operação de subtração, poucos repetiram os números do enunciado ou deixaram a questão em branco. Os estudantes da 1ª série foram os que mais apresentaram outros tipos de respostas ou apenas rabiscaram (10,4%), conforme Quadro 3.

Segundo Magina e outros (2001), não é mais esperado, do ponto de vista cognitivo, que crianças de sete anos tenham dificuldades na resolução desse tipo de problema. Exemplos como estes são abordados dentro das experiências diárias das crianças, bem antes de começarem a sua vida escolar e costumam vir associados a ganho e perda, respectivamente. Para a maioria das crianças pesquisadas, o problema também não apresentou dificuldade e notou-se que houve uma evolução no percentual de sucesso das crianças de uma série para a outra, o que é um indicador de que provavelmente a escola deve trabalhar esse tipo de problema ao longo das séries.

Quadro 3. Desempenho no problema protótipo de transformação positiva, por série, em percentual.

Problema	Cálculo relacional	Tipos de estratégias	Respostas	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a
		Operação correta	$9 + 4 = 13$	71,2	77,4	81,6	88,5
Operação contrária	$9 - 4 = 5$	4,3	5,8	4,8	5,4		
Escolha de números do enunciado	9 ou 4	4,3	3,8	1,4	1,4		
Erro na operação correta	12 ou 14	3,1	2,4	1,7	1,0		
Erro na operação contrária	6	2,5	1,9	0,3	1,0		
Outros	-----	9,2	3,9	7,3	2,7		
Rabiscos	-----	1,2	3,4	1,4	0,0		
Em branco	-----	4,3	1,4	1,4	0,0		
Total	-----	100	100	100	100		

O problema 3 (P3) envolveu uma transformação prototípica negativa com congruência semântica entre a palavra-chave e a operação. Contudo a operação era de subtração, o que parece explicar a queda da ordem de 10% no percentual de estudantes que responderam de forma correta (Quadro 4), em relação ao problema anterior, que envolvia uma transformação positiva.

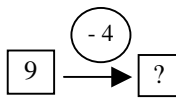
Analisando as respostas erradas mais freqüentes observa-se que, com exceção das crianças da 1^a séries, houve um aumento na escolha da operação contrária, em relação ao problema anterior (P2). Também

aumentou o número de alunos que repetiram os números do enunciado, erros cometidos principalmente por estudantes da 3ª série.

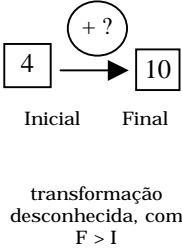
O quarto problema (P 4) tratou de uma transformação negativa de 1ª extensão, com incongruência semântica entre a palavra-chave do problema e a operação a ser utilizada em sua resolução. Ele foi o que apresentou maior dificuldade dos doze problemas analisados. Conforme mostra o Quadro 5, nenhuma das séries conseguiu 50% de acerto na questão. Também notamos que a evolução no percentual de acerto entre as séries foi nula, insignificante ou decrescente. E mais, se juntarmos o percentual de respostas corretas da 1ª série (46,6%) com o percentual de “erro na operação” (8,6%) e compararmos com a junção dessas mesmas categorias nas demais séries, constatamos que a 1ª série chegou a superar as 2ª e 3ª séries em mais de 20% e a 4ª série em aproximadamente 10%, o que comprova uma surpreendente involução dos estudantes no que tange à compreensão do problema proposto.

Do ponto de vista das estratégias utilizadas para a resolução do problema, constatamos que um terço dos estudantes somaram ao invés de subtrair (erro mais freqüente a partir da 2ª série). Alguns estudantes repetiram o número inicial ou final de gudes que Carlos tinha (12%), e isso foi mais freqüente na segunda série. Dentre outras respostas erradas, as mais freqüentes foram os números 5 ou 7, que indica um erro de operação em uma unidade, sendo mais freqüente na primeira série.

Quadro 4. Desempenho no problema protótipo de transformação negativa, por série, em percentual.

Problema	Cálculo relacional	Tipos de estratégias	Respostas	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a
<p>P3: Maria tinha 9 figurinhas e deu 4 figurinhas para seu irmão. Quantas figurinhas Maria têm agora?</p> <p>$9 - 4 = ?$</p>	 <p>Inicial final</p> <p>Transformação positiva, com o estado final desconhecido</p>	Operação correta	$9 - 4 = 5$	60,1	74,0	64,1	82,1
		Operação contrária	$9 + 4 = 13$	4,9	7,2	14,4	8,1
		Escolha de números do enunciado	9 ou 4	9,8	5,8	10,5	4,1
		Erro na operação correta	6	6,8	2,9	0,9	1,4
		Erro na operação contrária	12 ou 14	0,00	1,4	1,7	0,00
		Rabiscos	-----	3,7	1,9	2,3	0,00
		Outros	-----	12,3	4,3	4,8	4,1
		Em branco	-----	2,5	2,4	1,4	0,3
		Total	-----	100	100	100	100

Quadro 5. Desempenho no problema de transformação positiva, 1ª extensão, por série, em percentual.

Problema	Cálculo relacional	Tipos de estratégias	Respostas	1ª	2ª	3ª	4ª
<p>P4: Carlos tinha 4 bolas de gude. Ganhou algumas e agora ele tem 10 bolas de gude.</p> <p>Quantas bolas ele ganhou?</p> <p>$10 - 4 = ?$</p>	 <p>Inicial Final</p> <p>transformação desconhecida, com $F > I$</p>	Operação correta	$10 - 4 = 6$	46,6	34,1	34,2	44,3
		Operação contrária	$10 + 4 = 14$	8,6	30,3	42,9	38,2
		Escolha de números do enunciado	10 ou 4	10,4	17,8	9,0	10,8
		Erro na operação correta	5 ou 7	8,6	1,0	2,54	0,3
		Erro na operação contrária	13 ou 15	1,2	1,4	0,6	0,0
		Rabiscos	-----	8,0	2,9	2,8	0,00
		Outros	-----	12,3	9,1	7,3	5,4
		Em branco	-----	4,3	3,4	0,6	1,0
		Total	-----	100	100	100	100

<p>A maioria dos alunos que respondeu de forma correta, armou a conta de subtração, conforme ilustra o esquema de operação “a” ao lado.</p>	<p>a) 10 $\begin{array}{r} - 4 \\ 10 \\ \hline 6 \end{array}$</p>
<p>Contudo, alguns alunos, a partir da 2ª série, armaram uma conta de adição, conforme ilustram os esquemas “b” e “c” ao lado. Observamos que a presença da palavra “ganhou” parece ter levado o aluno a utilizar a operação de adição de duas maneiras. Na primeira, ele simplesmente soma os dois números existentes no enunciado do problema (esquema de operação “b”), o que levou ao erro. Essa estratégia foi muito utilizada entre os estudantes da 2ª, 3ª e 4ª séries, sendo que na 3ª ela chegou a superar a estratégia que levava ao sucesso do problema. A outra maneira foi o de procurar um número que adicionado a quatro desse 10 (esquema de operação “c”). Os alunos que optaram pelo esquema de operação “c” armavam a conta tal qual apresentado lado e, ao final, colocaram a como resposta “Carlos ganhou 6 bolas de gude”.</p>	<p>b) 10 $\begin{array}{r} + 4 \\ 10 \\ \hline 14 \end{array}$</p> <p>c) 6 $\begin{array}{r} + 4 \\ 6 \\ \hline 10 \end{array}$</p>

A explicação mais plausível para esse baixo desempenho vem da incongruência semântica entre a palavra-chave “ganhou” e a operação de subtração, pois apesar de Carlos ter ganhado as bolas gude no jogo, para saber quantas gude ele ganhou, o estudante teria que subtrair 4 de 10.

Magina et. al (2001) enfatiza a dificuldade gerada pelo uso da palavra-chave “ganhou”, já que ela seria um forte indicador para o uso da operação de adição. De fato, lançar mão de palavras-chave é uma ação muito comum na escola e, não raro, os professores introduzem a operação de adição enfatizando que palavras como “ganhar”, “receber”, “mais”, estão relacionadas à operação de adição, ao passo que palavras como “dar”, “perder”, “emprestar”, “menos” se relacionam com a operação de subtração. Assim, a situação do problema 4 seria contra-intuitiva, uma vez que vai de encontro a imagem mental da criança da

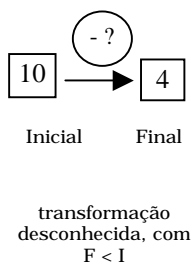
operação de adição. O que nos chama atenção é que essa imagem mental, atrelada a palavras-chave, parece ganhar força a medida que a criança avança na sua escolarização, o que se mostra como um indicativo de que tais palavras vem sendo enfatizadas na escola como o principal critério de decisão na escolha de qual operação utilizar na resolução de um problema, em detrimento da leitura e interpretação da situação proposta.

A influência da palavra-chave também apareceu no estudo realizado por Santana (2010) com estudantes de 3ª série do Ensino Fundamental. Nesse estudo Santana realizou uma intervenção de ensino e os resultados apontam que a intervenção de ensino, com duração de 8 encontros, não foi suficiente para retirar “a ‘cultura’ de ensinar situações-problema aditivas tendo como suporte a busca de ‘palavras-dicas’ ou palavras-chave no enunciado das situações” (p. 275). Segundo essa autora, tal cultura encontra-se impregnada no cotidiano escolar, o que significa dizer que os estudantes de seu estudo já vinham exercitando tal prática desde a 1ª série, isto é, há pelo menos 2 anos.

O quinto problema (P5) , apesar de ser do mesmo tipo do problema anterior (1ª extensão), não apresentou tanta dificuldade, já que a maioria dos alunos da 1ª série teve sucesso em sua resolução. Nota-se um avanço no percentual de acerto a medida que as séries avançam. É importante salientar que, diferentemente do problema anterior, aqui houve congruência semântica entre o verbo *perder* e a operação de *subtração*. Isto pode ter sido o fato que justifica o aumento no percentual de sucesso entre os estudantes de todas as séries, se comparados esses desempenhos com o do problema anterior (P4), o qual envolveu a mesma extensão – 1ª – e classe – transformação.

Do ponto de vista das estratégias apresentadas, a maioria dos alunos procurou um número que somado com 4 desse 10 e, depois deram a resposta correta ao problema.

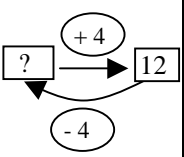
Quadro 6. Desempenho no problema de transformação negativa, 1ª extensão, por série, em percentual.

Problema	Cálculo relacional	Tipos de estratégias	Respostas	1ª	2ª	3ª	4ª
<p>P5: Carlos tinha 10 bolas de gude. Perdeu algumas e ficou com 4.</p> <p>Quantas bolas ele perdeu?</p> <p>$10 - ? = 4$</p> <p>$10 - 4 = ?$</p>	 <p>Inicial Final</p> <p>transformação desconhecida, com $F < I$</p>	Operação correta	$10 - 4 = 6$	57,1	58,7	62,4	76,0
		Operação contrária	$10 + 4 = 14$	2,5	5,8	10,7	4,7
		Escolha de números do enunciado	10 ou 4	10,4	19,7	9,9	10,8
		Erro na operação correta	5 ou 7	6,1	3,4	4,5	2,4
		Erro na operação contrária	13 ou 15	3,1	1,4	2,5	0,0
		Rabiscos	-----	4,3	2,9	2,5	0,0
		Outros	-----	6,8	4,8	6,5	5,4
		Em branco	-----	9,8	3,4	0,8	0,7
		Total	-----	100	100	100	100

Diferentemente do problema anterior, poucos estudantes escolheram a operação contrária (5,9%). Apesar do P5 ter ocupado a 4ª melhor colocação no percentual de sucesso dos estudantes, ainda tivemos uma média de 12,7% dos estudantes que repetiu os números do enunciado: “Perdeu 4 bolas de gude”. Aparentemente, esses alunos interpretaram a frase “Perdeu algumas e ficou com 4”, como o número de bolas perdidas por Carlos durante o jogo, sendo esse erro mais comum na segunda série. O problema 11 (P11) envolveu uma transformação positiva de 4ª extensão, com incongruência semântica entre a palavra-chave do problema e a operação a ser utilizada em sua resolução. O P11 foi o terceiro mais difícil do instrumento, apresentando

um crescimento pífio entre a 1ª e a 4ª série, inclusive com percentuais de decréscimos entre a 1ª, a 2ª e 3ª séries (Quadro 7).

Quadro 7. Desempenho no problema de transformação positiva, 4ª extensão, por série, em percentual.

Problema	Cálculo relacional	Tipos de estratégias	Respostas	1ª	2ª	3ª	4ª
		Operação correta	$12 - 4 = 8$	47,9	36,1	34,2	50,0
P11: Maria tinha alguns biscoitos e ganhou 4 biscoitos de sua avó, ficando com 12 biscoitos. Quantos biscoitos Maria tinha antes? $? + 4 = 12$ $12 - 4 = ?$	 Transformação positiva conhecida	Operação contrária	$12 + 4 = 16$	1,8	15,9	18,1	15,5
		Escolha de números do enunciado	12 ou 4	8,6	18,8	20,1	19,9
		Erro na operação correta	7 ou 9	3,7	5,3	4,8	1,4
		Erro na operação contrária	15 ou 17	2,5	1,4	1,7	0,3
		Rabiscos	-----	4,9	4,8	1,7	0,00
		Outros	-----	14,7	11,1	14,1	6,4
		Em branco	-----	16,0	6,7	5,4	6,4
		Total	-----	100	100	100	100

Observamos que mais de 15% dos alunos das 2ª, 3ª e 4ª séries fizeram a operação contrária (adição), provavelmente guiados pela palavra “ganhou”, ou então repetiram os números do enunciado.

Por fim chama atenção que as respostas de mais de 20% dos alunos das 2ª e 3ª séries (22,6% e 21,2%, respectivamente) e 35,6% da 1ª série indicaram a ausência de compreensão do problema (somatório das estratégias “rabiscos”, “outros” e “em branco”).

O problema 12 (P12), também foi de 4ª extensão e com incongruência semântica entre a palavra-chave do problema e a operação a ser utilizada em sua resolução. Apesar de se trata de problema de mesma classe e extensão que o anterior (P11), inclusive com a mesma incongruência semântica, a média da escolha da operação correta (operação correta + erro na operação correta) foi maior que no problema 11 (52,3% no P12 e 45,8% no P11). Além disso, excetuando a 3ª série, todas as demais se saíram melhor no P12. Por outro lado, ainda foi alto o percentual de estudantes das 2ª, 3ª e 4ª séries que fizeram a operação contrária (19,2%, 18,4% e 17,9%, respectivamente), certamente guiados pela palavra-chave *deu*.

Quadro 8. Desempenho no problema de transformação negativa, 4ª extensão, por série, em percentual.

Problema	Cálculo relacional	Tipos de estratégias	Respostas	1ª	2ª	3ª	4ª
		Operação correta	$8 + 4 = 12$	41,7	48,6	50,3	61,5
Operação contrária	$8 - 4 = 4$	8,0	19,2	18,4	17,9		
Escolha de números do enunciado	8	13,5	11,1	6,8	6,8		
Erro na operação correta	11 ou 13	2,5	1,0	3,1	0,7		
Erro na operação contrária	3 ou 5	1,8	1,0	3,4	0,7		
Rabiscos	-----	4,9	3,9	2,5	0,0		
Outros	-----	7,4	5,8	7,9	6,1		
Em branco	-----	20,2	9,6	7,6	6,4		
Total	-----	100	100	100	100		

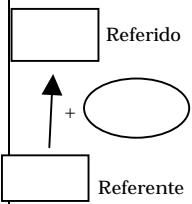
Estes dois últimos problemas, segundo Magina et. al (2001) requerem um raciocínio muito mais sofisticado que, segundo Vergnaud (1994), é um dos mais difíceis da classe de transformação, pois a solução envolve a operação inversa.

c) problemas de comparação

No que diz respeito à comparação, o instrumento apresentou de quatro problemas dessa classe: o P7, uma comparação com o referido desconhecido e que se encontra classificado como de 2ª extensão; o P8 e P10, comparação positiva com a relação desconhecida, enquadrados na 3ª extensão; e o P9, também de 3ª extensão, porém de comparação negativa.

No problema 7 o referente (Ana) e a relação positiva eram conhecidos. Uma estratégia para sua solução é partir do valor do “referente” e adicionar ou subtrair, conforme a “relação” dada. Este problema ocupou o sexto lugar na classificação de acertos. O Quadro 9 mostra que a média de acertos dos estudantes foi de 57,5%. Mostra ainda que mais de 60% dos estudantes da 2ª, 3ª e 4ª séries obtiveram sucesso nele. Poucos estudantes (7,5%) fizeram a operação contrária, afirmando que Carlos teria 6 anos. 8,8% repetiram os números do enunciado.

Quadro 9. Desempenho no problema de comparação positiva, 2ª extensão, por série, em percentual.

Problema	Cálculo relacional	Tipos de estratégias	Respostas	1ª	2ª	3ª	4ª
P7: Ana tem 8 anos e Carlos tem 2 anos a mais que ela. Quantos anos têm Carlos? $8 + 2 = ?$		Operação correta	$8 + 2 = 10$	38,7	63,5	60,2	67,6
		Operação contrária	$8 - 2 = 6$	8,6	8,7	4,0	8,8
	Escolha de números do enunciado	8 ou 2	9,8	8,2	9,6	7,4	
	Erro na operação correta	9 ou 11	5,52	0,48	3,39	1,69	
	Erro na operação contrária	5 ou 7	2,45	0,48	1,69	0,68	
	Rabiscos	-----	7,36	5,77	2,26	0,34	
	Outros	-----	17,18	9,62	14,69	11,15	
	Em branco	-----	10,4	3,4	4,2	2,4	
	Total	-----	100	100	100	100	

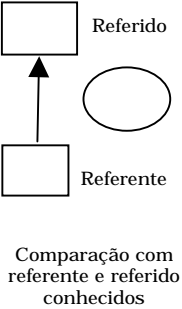
Os três problemas de comparação restantes (3ª extensão), apesar de terem o referente e referido conhecidos, não ficava claro quem era o referente e quem o referido, sendo que o estudante primeiro devia identificar quem era quem, para depois operar.

Segundo Magina e outros (2001) neste tipo de problemas o estudante tem de identificar quem é o referente e quem é o referido e o estudante pode optar por duas estratégias: a de subtrair ou a de complementar, sendo mais importante o entendimento de que a relação buscada é a diferença entre as quantidades e não a quantidade em si.

No problema 8 (P8) o estudante primeiro deveria identificar o referente através da frase “quem tem mais anos”, no caso Carlos e a

partir daí calcular a relação. O Quadro 10 mostra as respostas relativas ao cálculo da relação. Observa-se que esta questão ocupou o nono lugar em termos de acerto.

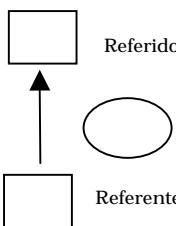
Quadro 10. Desempenho no problema de comparação positiva, 3ª extensão, por série, em percentual.

Problema	Cálculo relacional	Tipos de estratégias	Respostas	1ª	2ª	3ª	4ª
P8: Ana tem 8 anos e Carlos tem 12 anos a mais que ela. Quem tem mais anos? Quantos a mais? $12 - 8 = ?$		Operação correta	$12 - 8 = 4$	38,0	49,0	31,9	51,7
		Operação contrária	$12 + 8 = 20$	6,1	8,7	21,2	13,5
		Escolha de números do enunciado	12 e 8	9,2	13,0	15,0	11,5
		Erro na operação correta	3 ou 5	2,5	2,4	2,5	2,7
		Erro na operação contrária	19 ou 21	0,6	1,0	1,1	0,0
		Rabiscos	Rabiscos	6,8	4,3	2,3	0,0
		Outros	Outros	22,1	13,5	12,7	9,5
		Em branco	Branco	14,7	8,2	13,3	11,1
		Total	-----	100	100	100	100

Apenas 42,7% dos estudantes calcularam de forma correta, 12,4% somaram as idades, novamente parece que a palavra “a mais” induziu a adição. E 12,2% repetiram os números do enunciado, erros mais comuns na terceira série.

O Quadro 11 mostra as respostas do cálculo da relacional do problema 9 (P9), sendo que apenas 40,8% armou a conta e operou corretamente, este foi o segundo problema mais difícil.

Quadro 11. Desempenho no problema de comparação negativa, 3ª extensão, por série, em percentual.

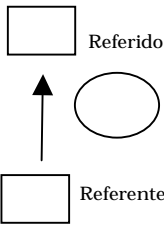
Problema	Cálculo relacional	Tipos de estratégias	Respostas	1ª	2ª	3ª	4ª
P9: Ana tem 8 anos e Carlos tem 12 anos a mais que ela. Quem tem menos anos? Quantos a menos? $12 - 8 = ?$	 <p>Referido</p> <p>Referente</p> <p>Comparação com referente e referido conhecidos e relação negativa desconhecida</p>	Operação correta	$12 - 8 = 4$	37,4	48,6	29,4	47,6
		Operação contrária	$12 + 8 = 20$	1,2	5,8	14,4	7,1
		Escolha de números do enunciado	12 ou 8	13,5	12,5	21,2	17,9
		Erro na operação correta	3 ou 5	2,5	2,9	0,9	1,4
		Erro na operação contrária	19 ou 21	1,8	0,5	0,6	0,7
		Rabiscos	-----	4,9	2,9	2,5	0,7
		Outros	-----	12,9	17,3	12,7	13,2
		Em branco	-----	25,8	9,6	18,4	11,5
		Total	-----	100	100	100	100

Observa-se que foram poucos (menos de 10%) os estudantes que somaram ao invés de subtrair, exceto os alunos da 3ª séries (14,4%). Porém, comparando com o problema anterior, houve um aumento no percentual dos estudantes que apenas os números do enunciado (média de 16,3%).

Por fim o problema 10 (P10) teve a mesma estrutura do P8, porém com a ausência de palavras-chaves. Nesse caso o cálculo da operação não foi tão difícil para os alunos de todas as séries, atingindo uma taxa de acerto de 64,4%, conforme mostra o Quadro 12, ocupando a quinta posição em termos de acerto. A maioria dos alunos que

conseguiu responder corretamente armou a conta e operou: $9 - 4 = 5$, já o principal erro cometido foi somar o número de alunos com o número de cadeiras (13,6%) sendo mais freqüente na terceira e quarta séries.

Quadro 12. Desempenho no problema de comparação positiva, 3ª extensão, por série, em percentual.

Problema	Cálculo relacional	Tipos de estratégias	Respostas	1ª	2ª	3ª	4ª
P10: Numa sala de aula havia 9 alunos e 4 cadeiras. Tem mais alunos ou cadeiras? Quantas cadeiras precisamos buscar para que todos possam sentar-se? $9 - 4 = ?$	 <p>Referido</p> <p>Referente</p> <p>Comparação com referente e referido conhecidos e relação positiva desconhecida</p>	Operação correta	$9 - 4 = 5$	64,4	63,9	60,2	68,9
		Operação contrária	$9 + 4 = 13$	7,4	11,5	20,1	15,5
		Escolha de números do enunciado	9 ou 4	3,7	8,2	5,9	3,0
		Erro na operação correta	6	1,8	1,0	1,4	1,4
		Erro na operação contrária	12 ou 14	2,5	1,9	0,9	0,3
		Rabiscos	-----	3,7	2,9	1,7	1,0
		Outros	-----	1,8	4,3	4,0	1,7
		Em branco	-----	14,7	6,3	5,9	8,1
		Total	-----	100	100	100	100

Um aspecto do P10 deve ser analisado com cuidado: ele foi o único problema que envolveu grandezas diferentes (cadeiras e alunos). Embora isto pareça ter facilitado a solução do problema, já que houve mais estudantes bem sucedidos nele (64,4%), do que no problema 8 (42,7%), notamos que ainda houve estudantes da 3ª e 4ª séries (20,1% e 15,5%, respectivamente) que comentem um erro grave na resolução do problema. De fato, esses alunos buscaram resolver o problema por meio

de uma adição, o que não faz nenhum sentido e denota uma incompreensão da situação apresentada.

Após a análise dos 12 problemas, a figura 1 mostra a relação inversa entre o desempenho e o grau de complexidade do problema, quanto mais complexo, menor o percentual de estudantes que acertam o problema.

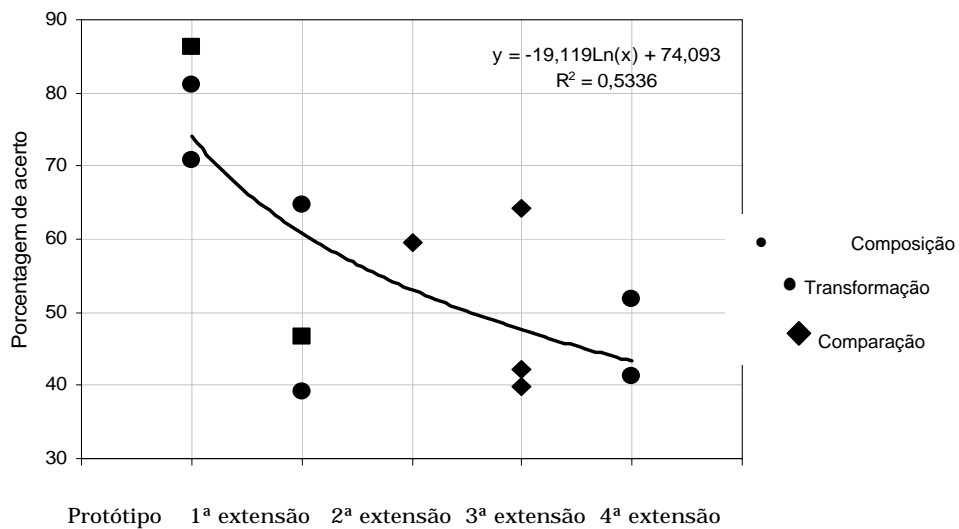


Figura 1. Relação entre o desempenho e o tino de problema.

Tal resultado corrobora com o que afirma a Teoria dos campos conceituais no que tange às estruturas aditivas. De fato, essa chama atenção para os diferentes níveis de complexidade cognitivos dos problemas aditivos, enfatizando que um campo conceitual (no caso o campo conceitual das estruturas aditivas) requer um longo período de

tempo para o seu domínio. Além disso, para que tal domínio ocorra três fatores estão envolvidos, a saber: o fator maturacional, relacionado ao desenvolvimento biológico do sujeito; o fator experiência, que se refere à familiaridade do sujeito à situação; e o fator aprendizagem. Este último está efetivamente ligado à sala de aula e ao papel do professor, o que, do ponto de vista de nossos resultados, permite-nos afirmar que a expansão das estruturas aditivas não aconteceu a contento.

O Quadro 13 sintetiza os resultados da análise dos 12 problemas. Observa-se que quando há congruência semântica entre as palavras chaves e a operação, o percentual de alunos que escolheram a operação errada não superou o patamar de 9%; já quando havia incongruência semântica, esse percentual ficou acima de 12,0%, chegando até 30,0%. No caso dos dois problemas onde não havia palavras-chaves explícitas que indicassem a operação, esse percentual ficou em torno de 13,0%.

O quadro 13 deixa evidente a estreita relação entre o uso de palavra-chave e o percentual de sucesso dos estudantes. Se juntarmos esta informação àquelas apresentadas na análise dos problemas isoladamente, notamos que tal relação é ainda mais proeminente nas séries mais avançadas. Este resultado nos leva a inferir, com razoável grau de certeza, de que o ensino das estruturas aditivas, isto é, o ensino das operações de adição e subtração, tem passado pelo ênfase de associar a operação a ser utilizada na resolução de um problema não pela interpretação deste, mas sim pela busca de uma palavra que indique que operação usar. Consideramos tal procedimento didático perigoso, pois o mesmo estimula o estudante a não mais refletir e interpretar as situações-problema, já que basta “achar” a palavra-chave para “saber” qual operação usar na situação.

ZETETIKÉ – Cempem – FE – Unicamp – v. 18 n. 34 – jul/dez – 2010

	Extensão	Estor- ma- ção ou -	Proble- ma	ra- chav	Oper- ação	Congru- ência	Semânt- ica	Opera- ção corret-	Opera- ção contrári-	nú- m- eros	de- fe-	oper- ação	oper- ação	Rabi- scos	Out- ros	Em- bran- co
Composição	Todo desconhecido Protótipo		P1		Adi- ção	I	84,9	0,5	2,8	2,1	0,1	1,3	7,1	1,4		
	Parte desconhecida (inversão) 1ª extensão		P6		Subtra- ção	I	46,6	13,4	13,9	1,0	4,4	4,4	9,5	7,0		
Transformação	Estado final desconhecido Protótipo	Positiva I < F	P2	Ga- nho	Adi- ção	S	79,7	5,1	2,7	2,1	1,4	5,8	1,5	1,8		
		Negativa I > F	P3	D e	Subtra- ção	S	70,1	8,7	7,6	3,0	0,8	2,0	6,4	1,7		
	Transformação desconhecida 1ª extensão	Positiva I < F	P4	G a	Subtra- ção	N	39,8	30,0	12,0	3,1	0,8	3,4	8,5	2,3		
		Negativa I > F	P5	P e a	Subtra- ção	S	63,5	5,9	12,7	4,1	1,8	2,4	5,9	3,7		
	Estado inicial desconhecido (inversão) 4ª extensão	Positiva I < F	P11	G a	Subtra- ção	N	42,1	12,8	16,9	3,8	1,5	2,9	11,6	8,6		
		Negativa I > F	P12	De u	Adi- ção	N	50,2	15,9	9,6	1,8	1,7	2,8	6,8	11,0		
Comparação	Referido desconhecido 2ª extensão	Positiva conhecida	P7	A mai	Adi- ção	S	57,5	7,5	8,75	2,8	1,3	3,9	13,2	5,1		
	Referente e referido conhecido 3ª extensão	Positiva desconhecida	P8	Mais	Subtra- ção	N	42,7	12,4	12,2	2,5	0,7	3,4	14,5	11,8		
	Referente e referido conhecido 3ª extensão	Negativa desconhecida	P9	Meno s	Subtra- ção	S	40,8	7,1	16,3	1,9	0,9	2,8	14,0	16,3		
	Referente e referido conhecido 3ª extensão	Positiva desconhecida	P10	-	Subtra- ção	I	64,4	13,6	5,2	1,4	1,4	2,3	3,0	8,8		

Quadro 13. Desempenho nos problemas segundo o tipo de problema.

Considerações Finais.

Os resultados encontrados na presente pesquisa mostram que existe uma relação inversa entre o percentual de acerto e a complexidade dos problemas, isto é, quanto mais complexa sua estrutura, menor a taxa de acerto, resultados consistentes com a teoria e com os encontrados em trabalhos similares.

Por outro lado, os resultados mostram que quando não há congruência semântica entre as palavras-chaves e a operação, os estudantes tendem a escolher a operação errada, o que diminui sensivelmente quando essa congruência existe. A ausência de palavras-chaves, também, parece dificultar a escolha da operação pelos estudantes. Isto significa que o estudante tende a identificar a operação pelo tipo de palavra e não pela real compreensão do problema. Resultados similares foram encontrados por Guimarães (2005) e mais recentemente, e com maior riqueza de discussão, em Santana (2010).

Outra característica que chamou atenção foi a ausência do registro das estratégias na resolução dos problemas, sendo que muitos alunos colocaram apenas o valor da resposta e, poucos registraram os passos seguidos no processo de solução. Também deve-se observar que foram raros os alunos que recorreram a registros icônicos, pois nenhum aluno utilizou esse tipo de registro como apoio na resolução dos problemas. Este fato pode ser sinal de que o professor não incentiva outras formas de registros, que são comumente utilizados por crianças pequenas ao resolverem problemas matemáticos ou, ainda, que os mesmos utilizaram o recurso do cálculo mental.

Estes resultados podem estar indicando que os estudantes não foram confrontados com situações-problemas envolvendo os diversos tipos de problemas das estruturas aditivas ou a ausência de um trabalho mais diversificado por parte do professor ao apresentar problemas de adição e subtração, utilizando estratégias e materiais

concretos que possibilitem ao aluno compreender as relações envolvidas nas situações-problemas.

O pequeno crescimento ou a estagnação no percentual de acertos nos problemas mais complexos, ao longo das séries é uma constatação muito grave, pois implica que em três anos de instrução, praticamente nada foi desenvolvido nas estruturas cognitivas dos estudantes. Se o percentual de acerto na quarta série é da ordem de 65%, em problemas de adição e subtração envolvendo números naturais pequenos, o que se pode esperar de problemas envolvendo as estruturas multiplicativas e números racionais?

Nesse sentido, conforme Bittencourt (1998) é preciso que o professor busque o significado dos erros cometidos pelos estudantes, pois esses revelam a maneira como eles organizam seus conhecimentos, geralmente agrupados em torno de concepções e valores formando uma rede de significados que muitas vezes tornam-se um obstáculo à aquisição de novos conceitos. A análise dos erros podem ser reveladores de dificuldades que devem ser consideradas de forma a compreender melhor o processo cognitivo. Vale observar que, quando um tipo de erro é cometido por vários alunos de uma mesma sala, pode ser sinal de um problema de ensino, fazendo-se necessário uma reflexão do professor em relação a sua prática pedagógica.

Estas questões também levantam a problemática da alfabetização. Observa-se que muitos estudantes, principalmente os da primeira série, ainda não sabiam escrever de forma correta, muitas vezes, nem sequer o próprio nome. Alguns dos professores-colaboradores tiveram de ler os instrumentos, pois alguns estudantes ainda não sabiam ler, fato registrado nos relatórios da aplicação dos instrumentos.

Finalmente, observa-se que este quadro retrata a realidade de 26 escolas públicas, de seis municípios no interior da Bahia, numa região

menos favorecida. Talvez, em municípios maiores ou em escolas particulares esse quadro mude, mas isso fica para futuras pesquisas.

Referências Bibliográficas.

BITTENCOURT, Jane. Obstáculos Epistemológicos e a Pesquisa em Didática da Matemática. *Educação Matemática em Revista*, Nº 6, ano 5, 1998. p. 13-17.

BRUN, Jean. Didáctica das matemáticas. Lisboa: Intituto Piaget, 1996.

CRUZ, Frederico F.S; REZENDE JUNIOR, Mikael F.; SOUZA CRUZ, Sonia M.S.C. A Teoria dos Campos conceituais e as Situações Escolares. In: *V Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, 2005, Bauru. Atas do V ENPEC, 2005. p. 1-15.

GUIMARÃES, Sheila. D. A resolução de problemas de estrutura aditiva de alunos de 3ª série do ensino fundamental. In: *Anais do 28ª Reunião Anual da ANPED*. Caxambu-MG, 2005. p. 1-22.

MAGINA, Sandra; CAMPOS, Tânia. As estratégias dos alunos na resolução de problemas aditivos: um estudo diagnóstico. *Educação Matemática Pesquisa*, São Paulo, 2004, v. 6, n. 1, p. 53-71.

MAGINA, Sandra; CAMPOS, Tânia; NUNES, Terezinha; GITIRANA, Verônica *Repensando Adição e Subtração: Contribuições da Teoria dos Campos Conceituais*. São Paulo: PROEM, 2001.

MOREIRA, Marcos. Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud, o ensino de ciências e a pesquisa nesta área. *Investigações em Ensino de Ciências*. 2002, V. 7, No 1. p.7-29

NUNES, Terezinha; CAMPOS, Tânia; MAGINA, Sandra; BRYANT, Peter. *Educação Matemática: números e operações numéricas*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

PAIS, Luis. *Didática da Matemática: uma análise da influência francesa*. Belo Horizonte: Autêntica, 2001.

PEIXOTO, Jurema; SANTANA, Eurivalda; CAZORLA, Irene. *Soroban: uma ferramenta para a compreensão das quatro operações*. Itabuna:Via Litterarum, 2006.

SANTANA, Eurivalda. *Estruturas Aditivas: o suporte didático influencia a aprendizagem do estudante?* São Paulo: PUC/SP, 2010. 343p (tese)

SILVA, Francisca L. Q.; CASTRO FILHO, José A. de. Resolução de problemas como metodologia para aprender Matemática. *Anais do VIII Encontro Nacional de Educação Matemática*. Recife: SBEM, 2004, CD, v.1. p. 1-15.

VERGNAUD, Gerard. Classification of Cognitive Tasks and Operations of Thought Involved in Addition and Subtraction Problems. In. *Addition and Subtraction: a cognitive Perspective*. New Jersey: Lawrence Erlbaum, 1982. p. 39-59.

_____. Epistemology and Psychology of Mathematics Education, in NESHER & KILPATRICK *Cognition and Practice*, Cambridge, Cambridge Press, Cambridge, 1994.

_____. A Teoria dos Campos conceituais. In. BRUN, J. *Didáctica das matemáticas*. Tradução por Maria José Figueiredo. Lisboa: Instituto Piaget, 1996. p. 155-191.

ZETETIKÉ – Cempem – FE – Unicamp – v. 18 n. 34 – jul/dez – 2010