UMA ANÁLISE DO DOMÍNIO DAS ESTRUTURAS ADITIVAS COM ESTUDANTES DA 5ª SÉRIE DO ENSINO FUNDAMENTAL

Domain Structures Additives: An Analyses with Students from 5th Grade of Elementary School

Eurivalda R. dos S. Santana
Irene Maurício Cazorla
Antonio Marcelo Oliveira

Resumo

O presente artigo tem como objetivo apresentar um estudo diagnóstico do domínio das Estruturas Aditivas à luz da Teoria dos Campos Conceituais, com estudantes da 5ª série do ensino fundamental de duas escolas públicas na região Sul da Bahia. Participaram da pesquisa 38 estudantes que responderam a um instrumento com 10 situações-problema de adição e subtração. Não foram encontradas diferenças significativas no desempenho médio por gênero e sim por idade, sendo que os estudantes na idade recomendada (11 e 12 anos) na série tiveram um desempenho superior aos que tinham defasagem série–idade. Nas duas situações-problema em que ocorreram as menores taxa de acerto, observou-se que os estudantes não conseguem extrair a informação correta da situação, indicando uma falta de compreensão do enunciado. Situações-problema com números no contexto espacial ou temporal (horas ou anos) também ofereceram dificuldades. Com os protótipos, que, segundo a teoria, são menos complexos, os estudantes não alcançaram o teto de 100% de acerto. Por fim, observou-se que a maior dificuldade reside no cálculo relacional, embora persistam erros no cálculo numérico, como, por exemplo, alguns não conseguiram distinguir as ordens e classes dos números. Esses resultados mostram que é preciso que os professores façam estudos no início do ano escolar, a fim de detectar as lacunas persistentes no domínio dos conceitos do Campo Aditivo e propor ações para reverter esse quadro. Não se pode continuar a ignorar essas lacunas, sob pena de comprometer o ensino de conteúdos matemáticos mais avançados, perpetuando o círculo vicioso da "não" aprendizagem da Matemática.

Palavras-chave: Estruturas Aditivas. Estudo de caso. Ensino fundamental.

Abstract

This paper aims to reflect a diagnostic study of the domain of additive structures, the light of Conceptual Fields Theory, with students from 5th grade of elementary school, from two public schools in the South of Bahia. Thirty eight students participated, who answered an instrument with 10 problem situations of addition and subtraction. There were no significant differences in average performance by gender, but differences were found by age. The students with the right ages (11 and 12 years) in their respective grades performed better than those with no proportional age-grade. In two problem situations that with more incorrect answer, it was observed that the students can't extract the correct information of the situation, indicating a lack of understanding of the statement. Problem situations with numbers in the context of space or time (hours or years), also imposed difficulties. And the prototypes, which according to the theory are less complex, the students have not reached the ceiling of 100% hit. Finally, we observed that the greatest difficulty lies in the relational calculus, although there remain errors in the numerical calculation, for example, some could not distinguish between orders and classes of numbers. These results demonstrate the teachers' need to conduct studies at the beginning of the school year in order to identify the existing gaps in the concepts of Additive Field and propose actions to reverse this situation. These gaps can't continue to be ignored, which can undermine the teaching of advanced mathematics, perpetuating the vicious circle of the 'no' learning of mathematics.

Keywords: Additive Structures. Case study. Elementary school.

Introdução

O Relatório do Sistema de Avaliação do Ensino Básico (SAEB) de 2005, publicado em Primeiros Resultados SAEB/2005 (2007), aponta, numa escala de 0 a 500, para a proficiência em Matemática uma média de 182,4 para os estudantes da 4ª série, 239,5 da 8ª série do ensino fundamental e 271,3 da 3ª série do ensino médio, não alcançando níveis satisfatórios na prova de Matemática.

Na dimensão curricular *Números e Operações*, alunos com essas médias têm desenvolvidas as capacidades em níveis mais baixos da escala SAEB, como a de calcular resultados de subtrações mais complexas. Todavia, são níveis baixos, pois os estudantes não conseguem efetuar cálculos simples envolvendo as quatro operações, havendo diferenças significativas entre as regiões brasileiras.

Não podemos deixar de levar em consideração que o fraco desempenho em Matemática na educação básica acaba por se refletir no desempenho nos cursos de nível universitário que demandam base matemática, ocasionando um elevado número de reprovações nas disciplinas de Cálculo. Muitos cursos são obrigados a oferecer disciplinas de revisão de conteúdos de Matemática, gerando prejuízos para o país.

Estudos desenvolvidos no Sul da Bahia por Cazorla e Santana (2005) e Santana e Cazorla (2005), envolvendo 138 professores de escolas públicas de seis municípios, que lecionavam na educação infantil e nas quatro primeiras séries do ensino fundamental, mostram um quadro preocupante. Para a maioria desses professores, o ensino de Matemática até a 4ª série resume-se, basicamente, ao ensino das quatro operações que envolvem os números naturais. As razões mais apontadas para tal condição foram a falta de conhecimentos prévios e as sérias deficiências na leitura e escrita da língua materna por parte dos estudantes. Em consequência, esses professores passam boa parte do ano letivo tentando sanar as deficiências e lacunas da série anterior, sem tempo de trabalhar os conteúdos conceituais e procedimentais da série, formando-se um círculo vicioso e um efeito dominó, que se alastra série após série, acumulando deficiências e dificuldades.

Essas deficiências se alastram para a 5ª série[1]. Em tese, todo estudante da 5ª série deveria ter um considerável domínio das Estruturas Aditivas. Embora, pela própria Teoria dos Campos Conceituais, sabe-se que o domínio pleno de um Campo Conceitual tem um processo natural de maturação (VERGNAUD, 1982), isto é, mesmo no final da 4ª série, algumas situações-problema[2] mais complexas das Estruturas Aditivas ainda apresentarão dificuldades para alguns estudantes.

Estudos realizados na região Sul da Bahia com estudantes de 5ª revelaram que muitos estudantes chegam à série com graves lacunas nas operações fundamentais (PEIXOTO; SANTANA; CAZORLA, 2006). Resultados que são vivenciados nas nossas salas de aula, como professores de Matemática.

Esses fatores acabam comprometendo o desenvolvimento dos conteúdos conceituais e procedimentais próprios da 5ª série, tendo que dedicar parte do ano letivo à revisão desses conteúdos.

Visando compreender as dificuldades e as lacunas ainda presentes no domínio das Estruturas Aditivas na 5ª série, foi desenvolvida a presente pesquisa, cujas questões norteadoras foram: qual é o nível de domínio das Estruturas Aditivas de estudantes da 5ª série? Que categoria de situações-problema apresenta maior dificuldade na sua solução?

[1] 5ª série corresponde ao 6º ano da nomenclatura da atual legislação.

[2] Adotamos os termos situação-problema e situação como sinônimos. Usamos as duas formas durante todo o texto para nos referirmos aos problemas matemáticos em questão.

A teoria dos campos conceituais

A Teoria dos Campos Conceituais, desenvolvida por Gérard Vergnaud, fornece elementos que possibilitam a análise das dificuldades dos estudantes durante o processo de aquisição do conhecimento.

Dessa forma, essa teoria apresenta um quadro coerente para o estudo do desenvolvimento e da aprendizagem de competências complexas.

Segundo Vergnaud (1982), o conhecimento deve ser visto dentro de Campos Conceituais. O domínio de um dado Campo Conceitual ocorre dentro de um longo período de tempo por meio da *experiência, maturação e aprendizagem*. Considerando que as crianças normalmente constroem um Campo Conceitual através da experiência na vida diária e na escola, esses fatores perpassam necessariamente pela vida escolar delas.

A *aprendizagem* é, por excelência, de responsabilidade escolar. Trata-se de um fator que atua na construção do conhecimento do estudante a partir da atuação do professor (suas escolhas, seu planejamento e desenvolvimento de experimentos didáticos).

Para Vergnaud, um Campo Conceitual significa:

> Um conjunto informal e heterogêneo de problemas, situações, conceitos, relações, conteúdos e operações de pensamento conectados um ao outro e provavelmente interligados durante o processo de aquisição. (VERGNAUD, 1982, p.40, tradução nossa)

Os componentes de um Campo Conceitual podem ser apresentados aos estudantes através de determinadas situações-problema. Quando confrontados com essas situações, os estudantes mobilizam esquemas que são desenvolvidos de forma individual.

Assim, a aquisição de um dado conceito ocorre por intermédio de situações. Quando confrontados com essas situações, os estudantes mobilizam esquemas, que variam de acordo com a experiência e com o desenvolvimento cognitivo do sujeito.

Na Teoria dos Campos Conceituais, a construção de um conceito envolve uma terna de conjuntos. Segundo essa teoria, o conceito é chamado simbolicamente de C=(S, I, R), onde:

> S é um conjunto de situações que tornam o conceito significativo; I é um conjunto de invariantes (propriedades e relações) que podem ser reconhecidos e usados pelo sujeito para analisar e dominar essas situações; R conjunto de formas pertencentes e não pertencentes à linguagem que permitem representar simbolicamente o conceito, as suas propriedades, as situações e os procedimentos de tratamento (o significante). (VERGNAUD, 1996, p.166)

Pode-se destacar que o conjunto de situações é o **referente** do conceito; os invariantes são os **significados** do conceito, enquanto que as representações simbólicas são os **significantes**.

É importante que o professor compreenda que um conceito não emerge de forma isolada ou num único tipo de situação, assim como uma simples situação envolve mais do que um conceito. Por essa razão, o professor precisa preparar e organizar suas atividades, em sala de aula, de forma a oferecer as mais diversas situações em que os conceitos, de um referido Campo Conceitual, estão envolvidos.

As estruturas aditivas

O Campo Conceitual das Estruturas Aditivas envolve uma grande diversidade de conceitos, tais como o conceito de número (natural, inteiro, racional, etc.), numeral, antecessor, sucessor; ações tais como seriar, ordenar, reunir, somar, acrescentar, subtrair, separar, afastar, transformar, comparar, etc. O conceito de número enquanto medida (maior que, menor que), o Sistema de Numeração Decimal, a base de um sistema de numeração; situações envolvendo esses números, entre outros.

Por essa razão, o domínio desse campo ocorre a médio e longo prazo, pois, de um lado, requer a maturação do aprendiz e, de outro, o papel da escola no desenvolvimento, devendo ser proposto ao longo do ensino fundamental.

De acordo com Vergnaud (1996), o Campo Conceitual das Estruturas Aditivas é, ao mesmo tempo, o conjunto das situações cujo tratamento implica uma ou várias adições ou subtrações e o conjunto dos conceitos e teoremas que permitem analisar essas situações como tarefas matemáticas.

Existem seis relações de base a partir das quais as situações-problema de adição e subtração podem ser classificadas. Isso tomando como base Vergnaud (1991) e uma releitura nossa:

- ✓ **composição**: nessa categoria, é possível relacionar parte–todo;
- ✓ **transformação**: nessa categoria, é possível relacionar estado inicial, uma transformação que leva a um estado final;
- ✓ **comparação**: nessa categoria, é possível relacionar duas partes comparando-as, tendo sempre duas partes, as quais são denominadas de referente e referido, e uma relação fixa entre elas;
- ✓ **composição de transformações**: nessa categoria são dadas transformações e se busca uma nova, que será determinada através de uma composição;
- ✓ **transformação de uma relação estática**: nessa categoria, é dada uma relação estática, e busca-se uma nova, que é gerada a partir da transformação da relação estática dada;
- ✓ **composição de relações estáticas**: nessa categoria, é feita uma composição das relações estáticas dadas.

Para entender melhor essa classificação, é preciso ver as considerações feitas nessa teoria para: transformação, relação e medida.

Pode-se verificar que Vergnaud (1991) define o conjunto dos números naturais como um conjunto formado por números sem sinal, ou seja, não são nem positivos e nem negativos.

$$N = \{0, 1, 2, 3, 4, \ldots\}$$

E o conjunto dos inteiros é chamado de conjunto dos números relativos, sendo um conjunto formado por números inteiros positivos ou negativos.

Dessa forma, na Teoria dos Campos Conceituais, as *medidas* são representadas pelos números naturais, são números sem sinal, são chamadas de relações estáticas. As *transformações* e as *relações* são representadas pelos números relativos, ou seja, ou são positivas ou são negativas.

Buscando uma síntese das situações-problema envolvidas nas Estruturas Aditivas e da sua classificação por extensões desenvolvida por Magina et al. (2008), apresenta-se no Quadro 1 um resumo da classificação dos diferentes tipos de situações para as três primeiras categorias.

Extensão	Composição	Transformação	Comparação
Protótipo	CP – Todo desconhecido: Ana tem 4 canetas brancas e 5 pretas. Quantas canetas ela tem ao todo?	TP – Estado final desconhecido: Bete tinha 4 bonecas. Papai deu mais 3 bonecas a ela. Quantas bonecas Bete tem agora?	
1ª extensão	C1 – Uma das partes desconhecida: Pedro gastou R$12,00 para comprar uma bola e um caderno. O caderno custou R$ 8,00. Quanto custou a bola?	T1 – Transformação desconhecida: João tinha 6 bolas. Ganhou algumas e ficou com 10. Quantas bolas ele ganhou?	
2ª extensão			CA2 – Referido desconhecido: Cláudio tem 9 figurinhas e Vinícius tem 5 figurinhas a mais que ele. Quantas figuras tem Vinícius?
3ª extensão			CA3 – Relação desconhecida: Maria tem 5 bonecas e Telma 8 bonecas. Quem que tem menos bonecas? Quantas a menos?
4ª extensão		T4 – Estado inicial desconhecido: Carla comprou 2 livros e ficou com 10 livros. Quantos livros ela tinha antes?	CA4 – Referente desconhecido: no final do jogo de gude, Artur ficou com 14 gudes. Sabendo que Artur tem 6 gudes a mais que Everton, com quantos gudes ficou Everton?

Quadro 1: exemplos das extensões das três categorias simples das Estruturas Aditivas.

Segundo Vergnaud, as situações-problema oferecem naturalmente mais dificuldades quando se tornam mais complexas. Por exemplo, os protótipos são muito intuitivos, e mesmo crianças pequenas conseguem resolver esse tipo de situação. Já as da 4ª extensão, que envolve inversão, são as mais complexas.

Procedimentos metodológicos

Trata-se de uma pesquisa do tipo exploratória, que, segundo Fiorentini e Lorenzato (2006), é utilizada quando o "pesquisador, diante de uma problemática ou temática ainda pouco definida e conhecida, resolve realizar um estudo com o intuito de obter informações ou dados mais esclarecedores e consistentes sobre ela", mas também se trata de um estudo de caso, pois os sujeitos foram escolhidos em escolas por amostragem de conveniência.

Segundo Fiorentini e Lorenzato (2006, p.110), "o estudo de caso busca retratar a realidade de forma profunda e mais completa possível, enfatizando a interpretação ou análise do objeto, [...] e não favorece a generalização." Para os autores, o caso pode ser qualquer sistema delimitado; em nosso estudo, esse sistema foram as duas turmas de estudantes.

Participaram da pesquisa 38 estudantes matriculados na 5ª série, de duas escolas públicas da cidade de Itabuna, localizada na região Sul da Bahia.

Foi aplicado um instrumento, do tipo lápis e papel, contendo dez situações-problema de adição e subtração, que foram adaptadas dos livros didáticos da 5ª série. Contudo, a segunda situação tinha dois itens, e por essa razão a resposta foi considerada correta quando o estudante respondeu corretamente aos dois itens simultaneamente; caso o estudante tivesse respondido somente a um dos itens, mesmo que de forma correta, a resposta à situação seria considerada errada. Todavia, para análise do desempenho por situação-problema, a segunda foi desdobrada em duas, sendo o primeiro item uma situação-problema de transformação, e o segundo, de composição.

O instrumento foi aplicado nas escolas por um dos pesquisadores, de forma coletiva, durante uma única seção de duas horas/aula, no mês de novembro de 2006.

As respostas dadas às situações-problema foram categorizadas como certas, atribuindo-se um ponto, e não certas (erradas ou deixadas em branco), atribuindo-se zero ponto; consequentemente, o número de respostas corretas variou de zero a dez.

Para analisar as diferenças significativas no desempenho por sexo, foi utilizado o teste *t-student*, e, por idade, foi utilizada a técnica de análise de variância (ANOVA), por meio do teste F e, quanto este detectou diferenças significativas entre as médias, foi utilizado o teste de comparações múltiplas de Duncan. O nível de significância utilizado foi de 5%, porém em todos os casos as estatísticas foram acompanhadas do p-valor, dando ao leitor liberdade para extrair suas próprias conclusões. O tratamento dos dados foi realizado com o programa estatístico *Statistical Package for Social Sciences* (SPSS) (NORUSIS, 1993).

Análise de resultados

Ao todo, participaram da pesquisa 38 estudantes, sendo 23 da Escola A e 15 da Escola B, ambas conveniadas com a Secretaria Estadual de Educação.

A idade variou de 10 a 14 anos, sendo que a maioria tinha entre 11 e 12 anos; a idade média foi de 11,9 anos, com desvio padrão 1,2 anos, conforme ilustra a Figura 1. A maioria (57,9%) era do gênero feminino.

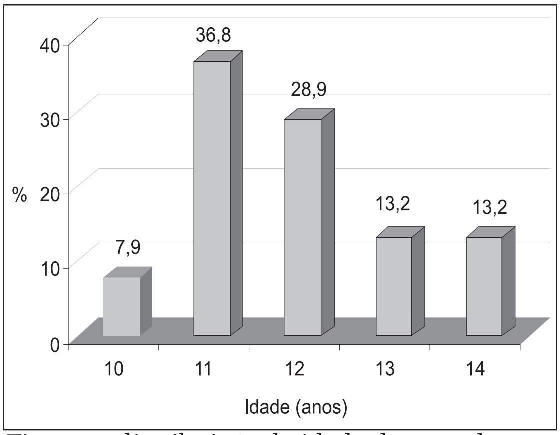

Figura 1: distribuição da idade dos estudantes.

Desempenho dos estudantes

O número de respostas corretas variou de zero a dez, com média igual a 5,6 e desvio padrão de 2,5 respostas corretas. A Figura 2 ilustra o desempenho dos estudantes, e nela se pode observar que 42,2% responderam corretamente entre 7 e 8 situações-problema. A mediana do número de respostas corretas foi seis; isso implica que 50% dos estudantes responderam a seis situações ou menos de forma correta.

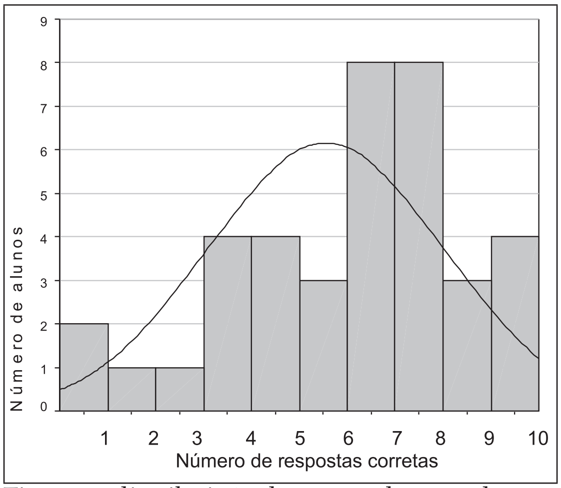

Figura 2: distribuição das notas dos estudantes.

O desempenho por gênero mostra que as meninas tiveram um desempenho médio ligeiramente superior, em uma resposta correta e um desempenho mais homogêneo do que os meninos. Essas diferenças, contudo, não foram estatisticamente significativas ($t_{(36)}$ = -1,189; p = 0,242). A Figura 3 ilustra o desempenho por gênero.

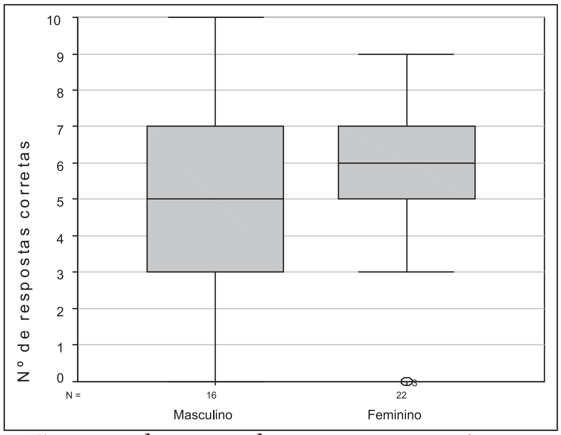

Figura 3: desempenho na prova por gênero.

A diferença do desempenho por idade foi estatisticamente significativa ($F_{(4,33)}$ = 4,029; p = 0,009), conforme mostra a Tabela 1. Pode-se observar que os estudantes na idade certa, na série, foram os que obtiveram melhor desempenho.

Tabela 1: desempenho na prova por idade.

		Nº de respostas corretas			
Idade	Nº de estudantes	Mínimo	Máximo	Média (*)	Desvio padrão
10	3	4	6	5,33 ab	1,155
11	14	2	9	6,50 a	2,245
12	11	4	10	6,45 a	1,695
13	5	0	6	3,00 b	2,550
14	5	0	7	3,60 b	2,608
Total	38	0	10	5,55	2,457

(*) Média com letras iguais não diferem estatisticamente, segundo o teste de Duncan.

Análise do desempenho dos estudantes nas situações-problema

O Quadro 2 mostra o desempenho dos estudantes em cada tipo de situação-problema na ordem em que foram apresentados no instrumento, e a Figura 4 ilustra o desempenho dos estudantes ordenados pela porcentagem de acertos nas situações-problema. Observa-se que nenhuma das situações-problema alcançou uma taxa de 100% de acerto, e as duas melhores taxas de acerto aconteceram em protótipos de composição (P1) e de transformação (P4).

Nº	Tipo	Situação-problema	Porcentagem		
			Certo	Errado	Em branco
P1	Composição protótipo	Uma empresa tem 1.748 pessoas trabalhando na sua fábrica e 566 trabalhando no escritório. Quantas pessoas trabalham nessa empresa?	84,2	13,2	2,6
P2*	Transformação protótipo	Fazendo seus exercícios diários, Beto correu 2.570 metros no sábado. No domingo, ele correu 750 metros a mais. a) Quantos metros Beto correu no domingo?	81,5	13,2	5,3
	Composição protótipo	b) Quantos metros ele correu nos dois dias?	26,3	21,1	52,6
		Responderam corretamente os dois itens a e b.	26,3	68,4	5,3
P3	Transformação 4ª extensão	Depois de gastar R$ 135,00 em uma loja, Gustavo ficou com R$ 265,00. Qual a quantia que ele tinha inicialmente?	71,1	28,9	0,0
P4	Transformação protótipo	Quando Daniel nasceu, seu pai tinha 33 anos. Hoje Daniel tem seis anos. Qual a idade atual do pai de Daniel?	79,0	18,4	2,6
P5	Composição de relações estáticas	Comprei três objetos. O primeiro custou R$ 205,00; o segundo custou R$ 123,00 a mais que o primeiro, e o terceiro custou R$ 187,00 mais do que o segundo. Quanto gastei ao todo?	10,5	79,0	10,5
P6	Composição protótipo	Dois amigos saíram da mesma casa, cada um foi para um lado. Marcelo andou 3km para um lado e Rose andou 5km para o outro lado. Qual é a distância que um teria de caminhar para chegar ao outro?	34,2	52,6	13,2
P7	Comparação 3ª extensão	Numa sala havia 36 estudantes e 14 cadeiras. Quantas cadeiras precisamos buscar para que todos possam sentar-se?	73,7	18,4	7,9
P8	Composição 1ª extensão	Numa caixa de ovos cabem 36 ovos. A caixa está com 22 ovos. Quantos ovos devemos adicionar para completar a caixa?	76,3	18,4	5,3
P9	Transformação 4ª extensão	João completou 18 anos hoje. Em que ano ele nasceu?	42,1	47,4	10,5
P10	Composição protótipo	Logo que acorda, Maria gasta 20 minutos tomando banho, depois ela gasta 10 minutos para tomar café e, em seguida, caminha uma hora e meia para chegar à escola. Quanto tempo Maria gasta desde que acorda até chegar à escola?	57,9	34,2	7,9

* A segunda situação-problema tinha duas questões a e b. Para efeitos de contagem de respostas corretas, foram consideradas corretas apenas aquelas que os estudantes responderam corretamente aos dois itens.

Quadro 2: desempenho dos estudantes nas situações-problema das Estruturas Aditivas.

O fato de os estudantes não terem conseguido 100% de acerto nas situações-problema protótipos, que são os que oferecem menor dificuldade na sua solução, é preocupante, tendo em vista que se trata de estudantes da 5ª série. Segundo Magina et al. (2008) essas situações são intuitivas, pois as mesmas são tratadas pelas crianças em sua vida diária, mesmo antes de entrar na escola, levando-as a ter melhor desempenho em situações desse tipo.

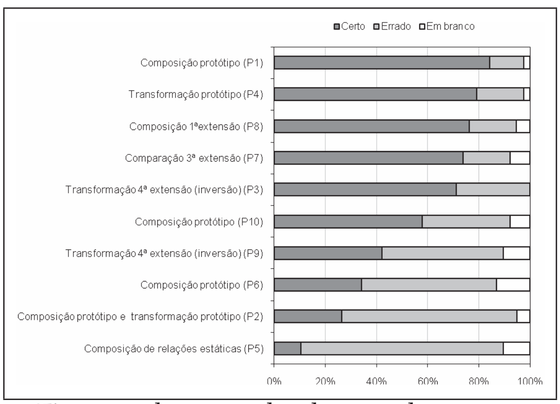

Figura 4: desempenho dos estudantes nas situações-problema.

A seguir, apresenta-se uma análise do desempenho dentro das categorias seguindo a ordem decrescente da taxa de acerto.

a) Desempenho nas situações-problema de composição

A Figura 5 ilustra o desempenho nas situações de composição, que serão analisadas logo a seguir.

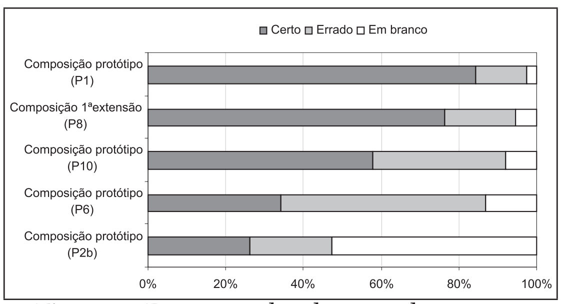

Figura 5. Desempenho dos estudantes nas situações-problema de composição.

A primeira situação-problema era um protótipo de composição: “Uma empresa tem 1.748

pessoas trabalhando na sua fábrica e 566 trabalhando no escritório. Quantas pessoas trabalham nessa empresa?". São dadas as duas partes e se pede o valor do todo. A maior parte dos estudantes armou e somou corretamente, atingindo uma taxa de acerto de 84,2%, embora se esperasse que todos os estudantes conseguissem responder de forma correta. Entre os estudantes que não responderam à questão corretamente, foi observado que alguns escolheram a operação correta, porém operaram de forma incorreta, denotando falta de compreensão das ordens e classes dos números.

Em estudo similar realizado por Magina et al. (ibid.), com estudantes da grande São Paulo, as autoras encontraram que 91% dos estudantes da 1ª série acertaram as situações de composição protótipo, resultado distante dos encontrados nesta pesquisa. Talvez essa diferença se deva às desigualdades socioconômicas das duas regiões.

A oitava situação-problema: "Numa caixa de ovos cabem 36 ovos. A caixa está com 22 ovos. Quantos ovos devemos adicionar para completar a caixa?", é uma situação de composição de 1ª extensão. É dado o todo, uma das partes e se pede a outra parte. Aqui os estudantes obtiveram 76,3% de acerto e 18,4% de erro. Todos os que erraram nessa situação somaram, ao invés de subtrair, denotando falta de compreensão do cálculo relacional. Como existe incongruência entre o verbo (adicionar) e a operação a ser realizada (subtração), os resultados levam-nos a acreditar que a expressão "devemos adicionar" induziu esses estudantes à operação de adição. Considerando que esse é o procedimento comumente observado nas salas de aula, os estudantes são conduzidos da seguinte forma: se o verbo é, por exemplo, adicionar, ganhar, aumentar, a operação a ser realizada é de adição. Essa maneira de conduzir o trabalho com a resolução de situações aditivas dificulta o desenvolvimento das relações de pensamento necessárias, pois o estudante deixa de realizar um cálculo relacional adequado para buscar uma "dica" que, muitas vezes, não conduz à compreensão da situação e, consequentemente, dos conceitos nela envolvidos.

A décima situação-problema: "Logo que acorda, Maria gasta 20 minutos tomando banho, depois ela gasta 10 minutos para tomar café e, em seguida, caminha uma hora e meia para chegar à escola. Quanto tempo Maria gasta desde que acorda até chegar à escola?" é um protótipo de composição que traz três partes e se pede o todo. Porém, os números envolvidos eram de horas e minutos, isto é, base sexagesimal. Nessa situação, 57,9% acertaram e 34,2% erraram.

Entre os estudantes que acertaram, a maior parte converteu as horas em minutos, operaram de forma correta e, depois transformaram os minutos em horas, isto é, utilizaram a base sexagesimal. Outros utilizaram a notação em minutos, sem fazer a conversão, operando corretamente.

Já entre os estudantes que erraram, a maioria errou na obtenção da informação esquecendo a última parcela; outros se atrapalham com uma hora e meia, que representaram como 130 ou como 01:00, ou, ainda, como 35. Esses resultados mostram as dificuldades dos estudantes em resolver as situações-problema que envolvem unidades de tempo, indicando a necessidade do trabalho em sala de aula com os sistemas de medidas.

A sexta situação-problema: "Dois amigos saíram da mesma casa, cada um foi para um lado. Marcelo andou 3km para um lado e Rose andou 5km para o outro lado. Qual é a distância que um teria que caminhar para chegar ao outro?", um protótipo de composição, os números envolvidos estão no contexto espacial, no qual se conhecem as partes caminhadas e se busca o todo. Apenas 34,2% responderam de forma correta adicionando as duas distâncias.

Magina et al. (2008) trabalharam com essa mesma situação-problema com estudantes das séries iniciais, e apenas a metade dos estudantes da 4ª série conseguiram responder corretamente à situação.

Embora esperássemos que nessa situação os percentuais de acerto ficassem em baixos patamares, a média de acerto de 34,2%, ficou muito abaixo de nossas expectativas. A maioria (52,6%) dos estudantes subtraiu as distâncias ao invés de adicionar; esse esquema de resolução parece estar associado à própria situação, pois os estudantes podem ter imaginado a casa como um referencial, no caso um "ponto zero", uma distância de 3km para um lado e outra de 5km para o outro. Assim as distâncias caminhadas estariam em sentidos opostos, o que pode ser associado à operação de subtração, ou seja, a diferença entre as distâncias percorridas seria o que faltava para chegar ao outro. Contudo, estas são apenas inferências sobre as verdadeiras relações de pensamento empregadas pelos estudantes para colocar 2km como resposta da situação, sendo necessário realizar outras pesquisas mais aprofundadas para entender os esquemas utilizados pelos estudantes.

A segunda situação-problema, item b: "Quantos metros ele correu nos dois dias?" também era um protótipo de composição, porém acompanhava um primeiro item. A maior parte (52,6%) dos estudantes deixou em branco; 21,1% erraram e apenas 26,3% acertaram. Parece que os estudantes compreendem que responder o primeiro item é suficiente.

b) Desempenho nas situações-problema de transformação

O desempenho nas situações-problema de transformação pode ser apreciado na Figura 6. Sendo mais fácil a segunda, item (a) e, a mais difícil a nona, que é de 4ª extensão, com inversão.

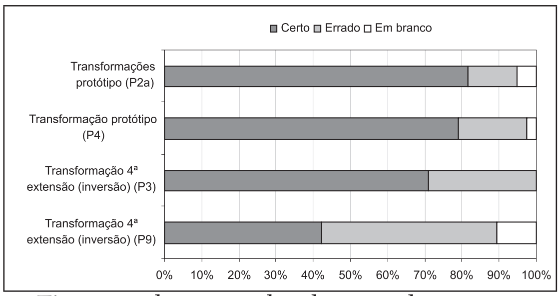

Figura 6: desempenho dos estudantes nas situações-problema de transformação.

A segunda situação-problema, item a: "Fazendo seus exercícios diários, Beto correu 2.570 metros no sábado. No domingo, ele correu 750 metros a mais. a) Quantos metros Beto correu no domingo?" Um protótipo de transformação. A maior parte dos estudantes respondeu corretamente (81,5%) e 13,2% erraram. Os erros mais frequentes foram: escolher a operação de subtração no lugar da adição, e, ao escolher a adição, errar ao efetuá-la. A expressão "a mais" é congruente com a operação a ser realizada (adição), talvez essa congruência tenha efeito direto no bom desempenho dos estudantes. Vale ressaltar, ainda, que uma parte dos estudantes que errou o fez no cálculo numérico, pois escolheu a operação de adição corretamente, porém teve dificuldades ao efetuar a operação.

A quarta situação-problema um protótipo de transformação: "Quando Daniel nasceu, seu pai tinha 33 anos; hoje, Daniel tem seis anos. Qual é a idade atual do pai de Daniel?". A informação da transformação é dada pela idade do filho. Nessa situação, 79,0% acertaram e 18,4% erraram. Os erros mais comuns foram: errar ao efetuar a operação (erro no cálculo numérico); extrair as informações de forma incorreta na situação (erro no cálculo relacional); errar na escolha da operação (erro no cálculo relacional). Observa-se que, entre os estudantes que erraram, os tipos de erro estão de certa forma mais ligados ao cálculo relacional do que ao cálculo numérico.

A terceira situação-problema: "Depois de gastar R$ 135,00 em uma loja, Gustavo ficou com R$ 265,00. Qual a quantia que ele tinha inicialmente?". Uma transformação de 4ª extensão com inversão. Os estudantes foram relativamente bem, uma vez que 71,1% responderam de forma correta e 28,9% erraram. Entre os erros, novamente os mais frequentes aconteceram no cálculo relacional, quando os estudantes erraram na escolha da operação e na obtenção dos dados da situação.

A nona situação-problema: "João completou 18 anos hoje. Em que ano ele nasceu?". Transformação de 4ª extensão com inversão, em que 42,1% acertaram, tendo 47,4% de erros. Sendo que os erros aconteceram tanto na operacionalização do algoritmo (no cálculo numérico) como na obtenção dos dados da situação e na escolha da operação (cálculo relacional). Observa-se que os estudantes apresentaram maior dificuldade na resolução dessa situação que na terceira. Os resultados mostram certa dificuldade dos estudantes para relacionar a idade de João hoje, com o ano atual do calendário. A omissão das informações, ou seja, as informações não serem colocadas de forma explícita parece ser um fator de interferência no desempenho. Mais uma vez um fator ligado ao cálculo relacional parece exercer forte influência no desempenho dos estudantes.

c) Desempenho na situação-problema composição de relações estáticas

A quinta situação-problema: "Comprei três objetos. O primeiro custou R$ 205,00; o segundo custou R$ 123,00 a mais que o primeiro, e o terceiro, custou R$ 187,00 mais do que o segundo. Quanto gastei ao todo?" é classificada na categoria "composição de relações estáticas" por causa das relações envolvidas em sua estrutura. Há três relações estáticas dispostas dentro da situação apresentada. Contudo, devemos considerar que para obter o valor das relações o estudante vai resolver duas comparações de 2ª extensão. Estamos, porém, analisando apenas a estrutura maior da situação, que é uma composição de relações estáticas.

Já era esperado um baixo desempenho dos estudantes nessa categoria, visto sua complexidade e por ser uma categoria pouco trabalhada em sala de aula. Dessa forma, apenas 10,5% responderam de forma correta, e esses estudantes utilizaram o seguinte esquema de resolução:

1º objeto	2º objeto	3º objeto	Os três objetos
205	205 +123 328	328 +187 515	205 +328 515 1048

A maior parte dos estudantes (79,0%) errou no cálculo relacional, somando os três valores, o que correspondia ao preço do terceiro objeto, esquecendo de encontrar o valor do segundo objeto e o valor total da compra, como se mostra a seguir:

Erra na obtenção da informação		
Erra na soma dos três	Opera corretamente	Soma os três valores de forma errada
123 205 ➔ 1º +187 123 ➔ 2º 310 310 ➔ 3º 838	123 205 ➔ 1º +187 23 ➔ 2º 310 310 ➔ 3º 638	205,00 123,00 187,00 54.500

Os estudantes não conseguiram compreender as relações de comparação estabelecida na situação. A tendência foi apenas repetir o valor a mais de cada objeto, indicando que o estudante toma apenas os valores numéricos, sem interpretar as relações apresentadas. Contudo, essas são apenas conjecturas sobre as verdadeiras relações de pensamento utilizadas pelos estudantes.

d) Desempenho na situação-problema de comparação

A sétima situação-problema: "Numa sala havia 36 estudantes e 14 cadeiras. Quantas cadeiras precisamos buscar para que todos possam sentar-se?". A única de comparação sendo de 3ª extensão e houve uma boa taxa de acerto (73,7%), sendo 18,4% de erros.

A seguir, dois tipos de erros registrados pelos estudantes na resolução dessa situação, sendo um apenas no cálculo relacional e outro no cálculo relacional e no numérico.

Erra na escolha da operação, porém soma corretamente (cálculo relacional)	Erra na escolha da operação e soma errado (cálculo relacional e numérico)
36 +14 50	36 +14 40

Observa-se que a maioria dos estudantes que erraram fez o cálculo numérico corretamente, porém demonstrou certa falta de compreensão da situação tendo dificuldades para estabelecer as relações dos valores apresentados. Implicando uma concentração de erros no cálculo relacional. Parece que a palavra "precisamos buscar" induziu à adição, pois, ao aumentar o número de cadeiras, o estudante pode ter relacionado à operação de adição.

Considerações finais

Entre os principais resultados, podem ser destacados que mesmo em situações-problema protótipos, os estudantes não conseguem fechar 100% de acerto. Por outro lado, as situações nas quais a taxa de acerto é pequena, a razão é a falta de compreensão da situação, esquecendo de responder a todas as questões contidas em cada situação-problema, havendo uma concentração dos erros ligados ao cálculo relacional, ou seja, são apontadas lacunas na interpretação e compreensão das situações.

Esses resultados nos permitem inferir que os estudantes da 5ª série envolvidos na presente pesquisa demonstraram ter um baixo nível de domínio do Campo Aditivo.

A categoria composição de relações estáticas foi a que apresentou maior dificuldade na sua solução. Todavia, podemos afirmar que a taxa de acerto cai substancialmente quando: as situações são mais complexas; envolvem o contexto espacial; utilizam o significado do número na base sexagesimal (base 60), e usam o tempo em anos. Resultados similares foram encontrados por Magina et al. (2008), Magina e Campos (2004) e ratificados no Sul da Bahia por Santana, Cazorla e Campos (2006).

Um agravante desses resultados é que se trata de estudantes da 5ª série, no final do ano letivo, isto é, quase concluintes da 5ª série.

A persistência dos erros ligados ao cálculo relacional indica que os estudantes ainda não sabem qual é a operação correta a ser escolhida. Além disso, ainda persistem erros sérios de armar e efetuar as operações, mostrando certo desconhecimento das propriedades do Sistema de Numeração Decimal.

Há indícios de que os resultados aqui encontrados são uma realidade na escola pública da região. Contudo, para se verificar a validade dessa assertiva, seria necessário um estudo mais abrangente.

Os resultados abrem novas interrogações, como, por exemplo: será que essas tendências se confirmariam em outras escolas públicas da região?; esse fenômeno ocorre também nas escolas particulares?; quais as categorias de situações-problema e como os professores abordam o Campo Conceitual das Estruturas Aditivas?

Finalmente, recomenda-se aos os professores que no início do ano letivo façam uma sondagem para saber quais os conteúdos de Matemática que os estudantes têm domínio e, se preciso, fazer um nivelamento a fim de romper o círculo vicioso da "não aprendizagem da Matemática".

Referências

CAZORLA, Irene. M.; SANTANA, Eurivalda. R. dos S. Concepções, atitudes e crenças em relação à Matemática na formação do professor da educação básica. In: **Anais do 28ª Reunião Anual da ANPED**. Caxambu/MG, 2005. 1 CD-ROM.

FIORENTINI, Dario; LORENZATO, Sérgio. **Investigação em Educação Matemática:** percursos metodológicos. Campinas/SP: Autores Associados, 2006.

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

MAGINA, Sandra. et al. **Repensando adição e subtração:** contribuições da teoria dos campos conceituais. São Paulo: PROEM, 2008.

NORUSSIS, M. J. SPSS for WINDOWS Base System User's Guide Release 6.0. Chicago, IL: SPSS Inc., 1993.

PEIXOTO, Jurema. L. B.; SANTANA, Eurivalda. R. S.; CAZORLA, I. M. **Soroban:** uma ferramenta para compreensão das quatro operações. Itabuna: Via Litterarum, 2006.

SAEB/2005. **Primeiros resultados:** médias de desempenho do SAEB/2005 em perspectiva comparada. Brasília, fev. 2007. Disponível em: <http://www.inep.gov.br/download/saeb/2005/SAEB1995_2005.pdf>. Acesso em 22 mar. 2009.

SANTANA, Eurivalda. R. dos S.; CAZORLA, Irene M. Encontros e desencontros no ensino de Matemática nos anos iniciais do ensino fundamental. In: **Anais III Congresso Internacional de Ensino de Matemática**. Porto Alegre, 2005.

SANTANA, Eurivalda. R. S.; CAZORLA, Irene. M.; CAMPOS, Tânia. M. M. Diagnóstico do desempenho de estudantes em diferentes situações no campo conceitual das estruturas aditivas. In: **III Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática.** Águas de Lindoia, 2006.

VERGNAUD, Gèrard. A classification of cognitive tasks and operations of thought involved in addition and subtraction problems. **In:** CARPENTER, T.; MOSER, J.; ROMBERG, T. (Eds.). Addition and subtraction. A cognitive perspective. Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum. p.39-59, 1982.

______. **El niño, las matemáticas y la realidad:** problemas de la enseñanza de las matemáticas en la escuela primaria. México: Trillas, 1991.

______. A teoria dos campos conceituais. **In:** BRUN, J. Didática das matemáticas. Tradução por Maria José Figueiredo. Lisboa: Instituto Piaget, 1996. p.155-191.

Eurivalda Ribeiro dos Santos Santana – Professora da Universidade Estadual de Santa Cruz-BA. Rua Ana Moura, 75. Bairro Novo Itamarati. CEP: 45 880 000. Camacan/BA. Fone (73) 8849.3996. E-mail: eurivalda@hotmail.com

Irene Mauricio Cazorla – Professora da Universidade Estadual de Santa Cruz/BA. Rua Rui Barbosa, 934. Centro. CEP 45 600 220. Itabuna/BA. Fone: (73)99831453. E-mail: icazorla@uol.com.br

Antonio Marcelo Oliveira – Professor da rede estadual, Escola Lions Clube de Itabuna/BA.

RECEBIDO em: 02/09/2009
CONCLUÍDO em: 16/10/2009