revista
PARANAENSE
DE EDUCAÇÃO
MATEMÁTICA

COMPETÊNCIA PARA ENSINAR ESTRUTURAS ADITIVAS: SITUAÇÕES ELABORADAS POR PROFESSORES QUE LECIONAM MATEMÁTICA PARA OS ANOS INICIAIS

Angélica da Fontoura Garcia Silva[1]
Maria Elisabette Brisola Brito Prado[2]
Samira Fayes Kfouri da Silva[3]
Ruy Cesar Pietropaolo[4]

Resumo: Este artigo tem o propósito de identificar e analisar as categorias de situações que um grupo de professores que ensina matemática nos anos iniciais elabora para ensinar os campos conceituais aditivos. Metodologicamente, trata-se de uma pesquisa de natureza qualitativa que envolveu 45 professores da rede pública estadual de São Paulo. Os instrumentos utilizados para a coleta de dados foram os protocolos de atividades as quais solicitavam aos professores a elaboração, individualmente e sem material de apoio, de situações-problema distintas envolvendo as estruturas aditivas. A análise da classificação das situações elaboradas foi baseada nos estudos de Vergnaud e da competência para ensinar essa estrutura apoiou-se nos estudos de Llinares. Os resultados mostraram que a maioria das situações elaboradas foi prototípica e que a ideia de comparação não foi tão comum. Isso pode ser preocupante, uma vez que outras investigações identificaram que os estudantes tiveram mais dificuldades em raciocinar sobre as relações do que sobre quantidades. Conclui-se que a compreensão dos diferentes significados das estruturas aditivas precisa ser contemplada na formação tanto inicial quanto continuada do professor. Assim ele poderá desenvolver essa competência para o seu ensino.
Palavras-chave: Campo conceitual. Conhecimento profissional. Resolução de problema. Formação do professor.

COMPETENCE TO TEACH ADDITIVE STRUCTURES: SITUATIONS DESIGNED BY MATHEMATICS TEACHERS WORKING AT EARLY SCHOOL YEARS

Abstract: This article aims to identify and analyze the categories of situations designed by a group of teachers who teach mathematics at early school years to teach the Additive Conceptual Fields. The

---

[1] Doutora em Educação Matemática pela Pontifícia Universidade Católica. Atualmente é docente do Programa de Pós-graduação em Educação Matemática da Universidade Anhanguera de São Paulo – UNIAN – e professora do Mestrado em Metodologias para o Ensino de Linguagens e suas Tecnologias e docente na UNOPAR. E-mail: angelicafontoura@anhanguera.com
[2] Doutora em Educação pela Pontifícia Universidade Católica. Atualmente é docente do Programa de Pós-graduação em Educação Matemática da Universidade Anhanguera de São Paulo – UNIAN – e professora do Mestrado em Metodologias para o Ensino de Linguagens e suas Tecnologias e docente na UNOPAR. E-mail: maria_prado@anhanguera.com
[3] Doutora em Comunicação Social pela Universidade Metodista de São Paulo. Atualmente é coordenadora do Mestrado em Metodologias para o Ensino de Linguagens e suas Tecnologias e docente na UNOPAR, nas modalidades presencial e EAD e decente do Programa de Pós-graduação em Educação Matemática da Universidade Anhanguera de São Paulo – UNIAN. E-mail: samira.kfouri@unopar.br
[4] Doutor em Educação Matemática pela Pontifícia Universidade Católica. Atualmente é coordenador do Programa de Pós-graduação em Educação Matemática da Universidade Anhanguera de São Paulo – UNIAN – e professora do Mestrado em Metodologias para o Ensino de Linguagens e suas Tecnologias e docente na UNOPAR. E-mail: ruy.pietropaolo@anhanguera.com

methodology used in this research has a qualitative basis and involved 45 teachers of the state public schools system of Sao Paulo. The tools used for data collection were protocols of class activities that asked the teachers to design, individually and without support materials, problem-situations using additive structures. The analysis of the classification of the designed situations was based on Vergnaud while the competence to teach additive structures was based on Llinares. Results showed that the majority of the designed situations were prototypical and that the idea of comparison was not as common. This might be a source of concern, as other researchers identified that students had more difficulty in thinking about relations than about quantities. The conclusion is that understanding the different meanings of additive structures must be included in both the initial teacher development courses and in their continued education. This way, teachers will be able to develop this competence to teach.
Keywords: Conceptual Field. Teacher's Professional Knowledge. Problem solving. Teacher Development.

Introdução

Desde as últimas décadas do século XX, documentos curriculares oficiais, como NTCM – National Council of Teachers of Mathematics (1980) e PCN – Parâmetros Curriculares nacionais (BRASIL, 1997), apoiados em estudos como os de Pólya (2003) e Schoenfeld (1985), por exemplo, têm atribuído à resolução de problemas um papel central no ensino da matemática, considerando-a como eixo organizador do processo de ensino e aprendizagem dessa disciplina. Isso também é observado em investigações como as de Santos e Ponte (2002) e Onuchic (2013), por exemplo.

Considerando essa centralidade do ensino na resolução de problemas, acreditamos ser de fundamental importância o papel do professor, pois dele depende a proposição de situações que poderão ou não servir de meios para que os estudantes construam os conceitos, além de proporcionar o desenvolvimento de algum tipo de estratégia para resolvê-las. Dessa forma, por concordarmos também ser a resolução de problemas um meio de proporcionar contextos que possibilitem a construção de conceitos, procedimentos e atitudes matemáticas, nos parece importante analisar a forma como professores que ensinam matemática desenvolvem a atividade profissional – mais especificamente, aquelas que demandam selecionar e conceber tarefas matemáticas para ensinar os campos conceituais aditivos. Neste estudo, o nosso propósito é o de identificar e analisar as categorias de situações elaboradas por professores que lecionam para os anos iniciais, quando lhes é proposto elaborar situações para ensinar estruturas aditivas.

Para tanto, foram desenvolvidos, no âmbito do Programa Observatório da Educação da CAPES[5], dois módulos de formação, apresentados no formato de cursos de 30 horas, que versavam sobre as estruturas aditivas, envolvendo a participação de um total de 45 professores que lecionam matemática nos anos iniciais do Ensino Fundamental I. Durante o processo formativo foram abordadas situações envolvendo as diferentes categorias por meio de vivencias de metodologias de ensino diversificadas, análise de casos de ensino e produções de alunos (resolução de situações problema aplicadas durante o curso). Os instrumentos utilizados para a coleta de dados foram os protocolos de atividades as quais solicitavam aos professores a elaboração, individualmente e sem material de apoio, de situações-problema distintas envolvendo as estruturas aditivas.

Para apresentar esta investigação, expomos, a seguir, a relevância do estudo e a fundamentação teórica, os procedimentos metodológicos e uma síntese da discussão dos dados obtidos por intermédio da análise dos protocolos de atividades dos professores.

Relevância e Fundamentação teórica

Para fundamentar a temática “competência profissional do professor de matemática”, encontramos ecos nas investigações de Llinares (2008), que enfatizam a necessidade de pensar a formação como meio de preparar o professor para realizar sua ação pedagógica, apoiando-se no conhecimento do conteúdo matemático e seu ensino. O autor propõe desenvolver as temáticas ligadas a matemática durante o processo formativo, lançando mão de um sistema de atividades destinadas ao seu ensino aproximando o participante da prática. Tal sistema, segundo esse autor, é composto por várias ações, como: seleção e planejamento de tarefas matemáticas; introdução e desenvolvimento do discurso matemático e da gestão das interações matemáticas em sala de aula; e, finalmente, interpretação e análise do pensamento matemático dos estudantes, como ilustra a Figura 1 a seguir:

[5] Projeto desenvolvido no âmbito do Programa Observatório da Educação Auxílio número 2050/2010: Educação Continuada e Resultados de Pesquisa em Educação Matemática: uma investigação sobre as transformações das práticas de professores dos anos iniciais do Ensino Fundamental.

Figura1: Sistema da atividade matemática na prática profissional do professor

Fonte: Llinares (2008, p.4).

Para este estudo analisamos a habilidade do professor de selecionar e conceber tarefas matemáticas. Llinares (2011) considera que tal habilidade só se desenvolve se o professor conhecer pressupostos relativos ao tratamento didático da matemática, e o uso do conhecimento do profissional envolvido depende do que ele já conhece de antemão.

O autor enfatiza que a formação do professor deve potencializar tanto o desenvolvimento do conhecimento e as habilidades necessárias para analisar o ensino de matemática quanto à competência docente para "mirar com sentido" o processo de ensino e aprendizagem de matemática.

Essa competência, segundo os estudos de Llinares (2011), é que permite ao professor identificar os aspectos relevantes de uma situação de ensino, usar o conhecimento sobre o contexto para promover interações durante a aula e realizar conexões entre aspectos específicos, assim como princípios e ideias mais gerais sobre o ensino e a aprendizagem. Para tanto,

> O desafio para os programas de formação de professores vem do caráter integrado do conhecimento (por exemplo, a relação entre o conhecimento de matemática e o conhecimento do conteúdo pedagógico específico de matemática) e como o professor chega a identificar e interpretar os aspectos relevantes do ensino de matemática (LLINARES, 2011, p.2, tradução nossa).

Assim, o processo formativo aqui investigado aceitou esse desafio: desenhar a formação a partir da análise da forma como o participante desenvolve a atividade. Neste artigo, o foco é na atividade de ensino: selecionar e analisar tarefas matemáticas. Além de

Llinares, apoiamo-nos nos estudos de Gerard Vergnaud para analisar as situações elaboradas pelos professores. Essa escolha deve-se ao fato de que as orientações contidas nos documentos dos PCN (BRASIL, 1997), em vigência na época da formação, sugerem o ensino de números e operações por meio da apresentação dos campos conceituais. Neste estudo analisamos o campo conceitual aditivo.

Teoria dos Campos Conceituais

Para Vergnaud (1990), o campo conceitual é formado por um conjunto de situações que requerem o domínio de uma série de conceitos de naturezas distintas. Consideramos, assim como o autor, que a compreensão dos conceitos que envolvem tanto as estruturas aditivas como as multiplicativas se dá a partir da manipulação de um conjunto de situações (S), que dão sentido ao conceito (a referência); um conjunto de invariantes (I), por meio do qual operacionaliza os esquemas (o significado); um conjunto de representações desse conceito (R) (o significante).

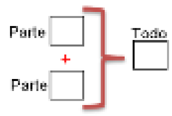
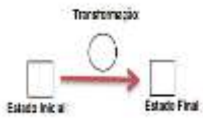
Concernente às estruturas aditivas, o autor afirma que as relações estabelecidas no campo conceitual aditivo são ternárias[6] e considera a multiplicidade desse campo, que pode ocorrer em função das relações estabelecidas nas diversas situações-problema. Para definir o campo conceitual aditivo, Vergnaud (2009, p.200) esclarece que um bom caminho é iniciar os estudos pela análise das seis categorias aditivas, com seus respectivos esquemas.

> Primeira Categoria (Composição): duas medidas se compõem para resultar uma terceira.
> Segunda categoria (Transformação): uma transformação opera sobre uma medida para resultar em outra medida.
> Terceira categoria (Comparação): uma relação liga duas medidas.
> Quarta categoria (Composição de Transformação): duas transformações se compõem para resultar em uma transformação.
> Quinta categoria (Transformação de uma relação): uma transformação opera sobre um estado relativo (uma relação) para resultar em um estado relativo.
> Sexta categoria (composição de relações): dois estados relativos (relações) se compõem para resultar em um estado relativo.

[6] Segundo Vergnaud (2009), as relações ternárias são aquelas “que ligam três elementos entre si – Pedro está entre André e Joana” (p.9).

Apresentamos a seguir as três primeiras categorias na Tabela 1, pois são elas as indicadas pelos PCN (BRASIL, 1997) para que se proceda ao ensino dessa temática nos anos iniciais. Na Tabela 1 procuramos destacar em cada uma das categorias as classes da situação, exemplos e as representações simbólicas, conforme descrito por Vergnaud (2009):

Tabela 1: Relações de base da estrutura aditiva

Categoria	Classes da situação	Exemplos	Representações Simbólicas
Composição: duas medidas se compõem para resultar uma terceira.	**1**-Busca o todo. **2**-Busca a parte.	**1**-Bruno tem seis canetas azuis e três canetas vermelhas. Quantas canetas Bruno tem ao todo? **2**-Bruno tem nove canetas. Delas, seis são azuis e as restantes, vermelhas. Quantas canetas vermelhas tem Bruno?	
Transformação[7]: uma transformação opera sobre uma medida para resultar em outra medida (ideia temporal envolvida).	1-Busca o estado final. 2-Busca o valor da transformação. 3-Busca o estado inicial.	**1**-Bruno tinha seis canetas, ganhou três de seu irmão. Quantas canetas ele tem agora? **2**-Bruno tinha seis canetas e ganhou algumas e agora tem nove canetas. Quantas canetas ele ganhou? **3**-Bruno acaba de ganhar três canetas do seu irmão e ficou com nove. Quantas canetas ele tinha antes de ganhar as canetas do seu irmão?	
Comparação[8]: uma relação liga duas medidas, uma denominada referente e outra, referido.	1- Busca o referido. 2- Busca o valor da relação. 3- Busca o valor do referente.	1. Bruno tem 6 anos e Léo tem 3 anos a mais que Bruno. Quantos anos tem Léo? 2. Bruno tem 6 anos e Léo tem 9 anos. Qual é a diferença entre as idades de Bruno e Léo? 3**.** Léo tem 9 anos. Ele tem 3 anos a mais do que Bruno. Qual é a idade de Bruno?	

Fonte: Acervo da pesquisa

É importante observar que Vergnaud (1982) chama a atenção para o fato de que, em uma mesma classe de situações, os níveis de dificuldade são diferentes e a compreensão do campo conceitual aditivo é desenvolvida em um amplo período: “desde os 3 ou 4 anos até os

7 Nesta tabela apresentamos somente exemplos de transformação positiva. Há também três classes de transformação negativa, as quais têm a mesma estrutura das apresentadas na tabela, mas utilizando-se de um verbo que remete à transformação negativa – por exemplo, perder.

8 Nesta tabela apresentamos comparações positivas. Há também outras três classes de comparação negativa.

15 ou 16 anos" (VERGNAUD, 1982, p.40). O autor afirma também que algumas situações são mais facilmente compreendidas pelas crianças do que outras e denomina a essas situações de "prototípicas". Segundo seus estudos, as crianças, muitas vezes, já chegam à escola sabendo resolver algumas situações da primeira e da segunda categoria (composição e transformação). As três situações a seguir exemplificam o que o autor denomina como prototípicas:

- Bruno tem seis canetas azuis e três canetas vermelhas. Quantas canetas Bruno tem ao todo?
- Bruno tinha seis canetas, ganhou três de seu irmão. Quantas canetas ele tem agora?
- Bruno tinha seis canetas, doou três para seu irmão. Quantas canetas ele tem agora?

Para o autor, situações como essas são facilmente entendidas pelas crianças na idade de 5 e 6 anos: a primeira envolve a ideia de composição, em que são apresentadas as partes e solicita-se o todo; já nas outras duas a estrutura está relacionada à ideia temporal, na qual existe uma quantidade inicial que se modifica, num determinado momento, por uma ação (transformação) que apresenta modificação no resultado em relação à quantidade (estado final).

Seus experimentos nos mostram ainda que outras situações envolvendo também a ideia de transformação, por exemplo, não são facilmente compreendidas pelas crianças, como, por exemplo:

- Bruno tinha algumas canetas, ganhou três e ficou com nove. Quantas canetas tinha Bruno inicialmente?

Nessa situação, o nível de dificuldade é muito maior do que nas prototípicas. Segundo Vergnaud (1982, p.39-40), "esse tipo de problema é resolvido um ou dois anos mais tarde do que o problema anterior".

Nesse sentido, concordamos com seus estudos, por considerarmos que tal compreensão retrata uma competência docente importante para favorecer a mediação pedagógica, a qual deve ser vista como uma componente central da atividade docente, conforme destaca Vergnaud (2004, p.37-38):

> [...] seu primeiro ato de mediação [do professor] é a escolha de situações, [...] O professor toma decisões o tempo todo, mas a escolha de situações é,

> provavelmente, a decisão mais importante na lógica dos campos conceituais, porque ela supõe tanto uma reflexão epistemológica e uma adaptação aos alunos e as questões que venham a surgir [...].

Os pressupostos de Vergnaud (1982) aqui discutidos podem auxiliar o professor na sua tarefa de ensinar, seja quando seleciona e desenha tarefas matemáticas, seja quando inicia e guia seu discurso matemático na sala de aula ou, ainda, quando interpreta e analisa o pensamento matemático dos estudantes, como descrito por Llinhares (2008), em relação à competência profissional mirar com sentido o processo de ensino e aprendizagem.

Procedimentos Metodológicos

Trata-se de uma pesquisa de natureza qualitativa que foi desenvolvida no contexto de um processo formativo no âmbito do Programa Observatório da Educação. A coleta das informações apresentadas neste artigo foi derivada dos protocolos de participantes de dois módulos do curso, totalizando 45 protocolos. Os 45 professores, formados em pedagogia lecionavam matemática para os anos iniciais há mais de 5 anos, foram integrantes de 2 turmas de formação: turma A, formado por 15 professores e turma B, composto por 30 participantes. Os dados aqui discutidos foram coletados nas duas turmas e os procedimentos para a coleta de dados foram exatamente os mesmos, ou seja, no primeiro encontro do processo formativo, antes de ser discutido qualquer conteúdo, foi solicitado que cada professor elaborasse, individualmente, 5 situações do campo aditivo que consideravam importante trabalhar com os alunos.

Esse procedimento foi adotado nas duas turmas, sendo esperada a elaboração de um total de 225 situações. Alguns professores não elaboraram as 5 situações, e outros elaboraram situações as quais não foram validadas devido ao fato de envolverem outro campo conceitual. Dessa forma, foram consideradas 172 situações para a análise e categorização, conforme apresentado a seguir.

Discussão dos dados

As situações-problema coletadas foram categorizadas, conforme mostra o Quadro 1:

Quadro 1: Categorização das situações apresentadas pelas duas turmas de professores

Classificação			Quantidade de situações	
			Turma A	**Turma B**
Composição	Todo desconhecido		9	66
	Parte desconhecida		5	03
Comparação	Relação desconhecida		2	
	Referido desconhecido		1	18
	Referente desconhecido			
Transformação	Estado final desconhecido	Transformação positiva		23
		Transformação negativa	14	31
	Transformação desconhecida	Transformação positiva		
		Transformação negativa		
	Estado inicial desconhecido	Transformação positiva		
		Transformação negativa		
			31	141

Fonte: acervo da pesquisa

Analisando as situações-problema elaboradas pelos professores participantes das duas turmas, observamos que aproximadamente 83% das situações (equivalente a 143 de um total de 172) eram prototípicas –Turma A elaborou 74,2% e Turma B, 85,1%. Isso nos parece preocupante, uma vez que esse tipo de situação-problema é respondido de forma correta por quase todas as crianças no final do primeiro ano do ensino fundamental. Segundo Vergnaud (2010), tais situações são resolvidas corretamente por crianças, mesmo antes de frequentarem a escola – aos 5 ou 6 anos de idade. Nesse sentido, destina grande parte das suas aulas em ensinar situações que já são conhecidas pelas crianças, possivelmente faltará tempo para que as crianças vivenciem situações mais complexas que possam potencializar novos esquemas de pensamento.

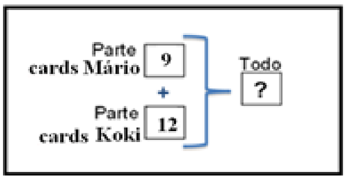
Das 143 situações prototípicas, aproximadamente 52,4% envolviam a ideia de composição (75 situações), e na turma A esse percentual foi de 39% (9 situações em um total de 23 prototípicas). O Quadro 2, a seguir, exemplifica uma das situações com o respectivo diagrama:

Quadro 2: Exemplo de uma situação de composição elaborada pela Turma A

Situação-Problema

Mário e Kokimoto resolveram bater *cards* no recreio. Mário levou 9 e Koki, 12. Quantos *cards* os dois levaram?

Diagrama



Fonte: acervo da pesquisa

Nessa situação, as partes (quantidade de *cards* de Mário e Kokimoto) são conhecidas e se questiona o valor do todo (total de *cards* levados pelas duas crianças). Da mesma forma, na turma B foram elaboradas 66 situações envolvendo composição, de um total de 120 situações prototípicas (50,8%). Por exemplo, a professora dessa turma elaborou esta situação:

- Maria tem cinco bonecas e oito ursinhos. Quantos brinquedos Maria tem ao todo?

Nota-se que nesta situação duas medidas – bonecas e ursinhos – se compõem para formar uma terceira – total de brinquedos.

Quanto às demais situações, do total criado, 68 envolveram a ideia de transformação em que se buscava responder qual era o estado final, as quais também são consideradas por Vergnaud (2009) como prototípicas.

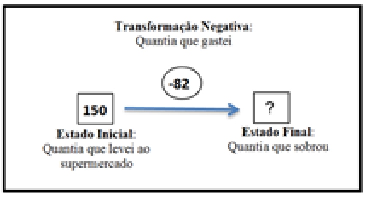
Na turma A, por exemplo, 60,8% das situações prototípicas eram de transformação negativa (14 de um total de 23). O Quadro 3 exemplifica uma delas.

Quadro 3: Exemplo de uma situação de transformação negativa elaborada pela Turma A

Situação-Problema

Fui ao supermercado e levei 150 reais para comprar frutas e legumes. Gastei 82 reais. Quanto me sobrou?

Diagrama



Fonte: acervo da pesquisa

Nessa situação busca-se o estado final, e são conhecidos o estado inicial (quantia que levei ao supermercado) e a transformação negativa (quantia que gastei). Esse tipo de situação é considerado fácil pelos alunos, pois não há incongruência entre o verbo e a operação que pode resolvê-la.

Nesta turma foram criadas somente situações de transformação negativa, já na turma B, das 54 situações que envolviam transformação, 23 eram do tipo positiva e 31, negativa. Delas selecionamos duas como exemplares:

- João tinha 100 figurinhas, foi jogar com Pedro e perdeu 75 figurinhas. Quantas lhe restaram?
- Sara tinha 12 lápis e ganhou mais 5 da sua irmã. Depois de ganhar os lápis, com quantos lápis Sara ficou?

Nas duas situações não há incongruência entre o verbo que informa o ocorrido (perder na primeira situação e ganhar na segunda) e a operação que pode resolver a situação – subtração na primeira e adição na segunda.

Reiteramos nossa preocupação por encontrar esse índice alto de situações prototípicas, uma vez que Vergnaud (2010) afirma que as crianças já resolvem situações dessas no dia a dia, mesmo antes de frequentar a escola. Por essa razão, muitas vezes, esse tipo de problema não precisa se valer de representações simbólicas para ser resolvido. Os estudos de Vergnaud mostram a necessidade de o professor apresentar outras categorias aos seus alunos, para que possam construir novos conhecimentos. Dessa forma, o autor, seguindo suas origens piagetianas, afirma: “Se o conhecimento é adaptação, para as crianças aprenderem temos que desestabilizá-las. Se as crianças não têm motivo para se adaptar a situação nova, porque aprender? Não há motivo para aprender coisas novas” (VERGNAUD, 2010, notas de aula).

Nessa perspectiva, consideramos ser de fundamental importância que o professor propicie ao aluno vivências que possibilitem o desenvolvimento de esquemas novos, tal como o autor enfatiza “que as crianças ainda não viram, não aprenderam”. E continua: “[...] como um conceito, o esquema tem um valor universal para todas as situações que pertençam a essa mesma classe” daí a importância de apresentar aos alunos uma variedade de situações (VERGNAUD, 2010, notas de aula).

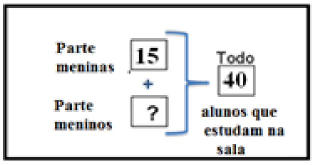
Além das situações prototípicas de composição, foram elaboradas pelos participantes das duas turmas oito situações envolvendo os problemas com inversão, ou seja, as que apresentam o todo e uma das partes e pergunta-se sobre o valor da parte restante. O Quadro 4 exemplifica uma situação-problema criada por uma das professoras participantes da turma A:

Quadro 4: Exemplo de uma situação de composição que busca identificar uma das partes

Situação-Problema

Numa sala de aula tem 40 alunos e 15 são meninas. Quantos meninos tem essa sala de aula?

Diagrama



Fonte: acervo da pesquisa

Trata-se de uma situação de composição em que o todo (o número de alunos que estudam na sala) é conhecido e uma das partes (o número de meninas) também, e se questiona a outra parte, que é desconhecida (o número de meninos). Na turma B foram elaboradas três situações dessa mesma categoria.

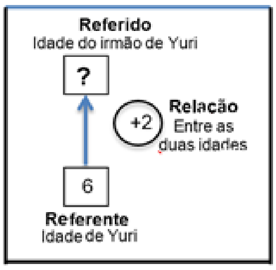
Foram criadas somente 21 situações-problema que envolvem a ideia de comparação entre os termos (12,2% do total), 19 das quais buscavam o valor do Referido e 2, o da Relação. Na categoria em que é dado o Referente e se quer saber o valor do Referido, encontramos 19 situações. A situação-problema apresentada no Quadro 5, a seguir, foi a única elaborada pela turma A:

Quadro 5: Exemplo da situação de comparação elaborada pela Turma A

Situação-Problema

Yuri tem 6 anos, seu irmão é dois anos mais velho que ele. Quantos anos tem o irmão de Yuri?

Diagrama



Fonte: acervo da pesquisa

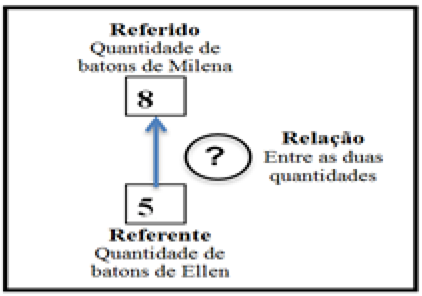
Nessa situação-problema foi dado o referente (a idade de Yuri), e a relação entre eles informa o tempo que o irmão é mais velho que Yuri (dois anos); investiga-se o Referido (a idade do irmão mais velho). Situações bem próximas a essa também estão entre as 18 elaboradas por professores da turma B, por exemplo:

- Renato tem 10 anos, seu irmão tem cinco anos a mais. Quantos anos tem o irmão de Renato?

A operação que resolve a situação – adição – é congruente a palavra “a mais” indicada no problema.

Outro tipo de situação classificada por Vergnaud (2009) é aquele cujo Referente e Referido são dados no enunciado dos problemas e se quer saber qual é a relação que existe entre eles. A análise das situações elaboradas pelas professoras da turma A revelou apenas dois problemas com tais características, já na turma B não foi elaborado nenhum problema desse tipo. A situação-problema apresentada no Quadro 6, a seguir, exemplifica esse tipo de problema elaborado pela professora da turma A:

Quadro 6: Exemplo da situação que questiona o valor da relação, elaborada pela Turma A.

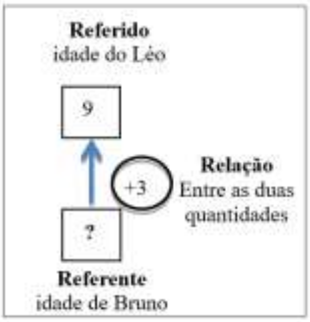
Situação-Problema Ellen tem cinco batons de cores diferentes, Milena tem oito. Quantos batons Milena tem a mais que Ellen?
Diagrama 

Fonte: Acervo da pesquisa

Nessa situação são apresentados: valor do Referido (quantidade de batons de Milena) e do Referente (quantidade de batons de Ellen), e, para achar a diferença entre duas quantidades, basta calcular a subtração: 8-5 = 3. É importante que o professor saiba que todas as situações desse tipo podem ser resolvidas por meio de uma subtração.

Analisando as situações elaboradas pelas professoras, constatamos que não foram contempladas as situações nas quais se buscava o Referente. As situações desse tipo são consideradas por Vergnaud (1990, 2009) como mais complexas que as outras, de comparação. Por exemplo, a situação apresentada no Quadro 7, a seguir, mostra que nesse caso o questionamento é acerca do valor do Referente.

Quadro 7: Exemplo da situação que busca o Referente

Situação-Problema
Léo tem 9 anos. Ele tem três anos a mais do que Bruno. Qual é a idade de Bruno?
Diagrama 

Fonte: Elaboração dos autores

O autor considera que essa situação tem o nível de dificuldade mais alto dentre os três tipos de comparação, posto que informa quantos anos Léo tem a mais do que Bruno, "tem três a mais do que Bruno", então a referência é a idade de Bruno. Por isso a idade de Bruno é tida como Referente. A dificuldade deste tipo de situação está no fato de informar um valor, relacioná-lo a outra quantidade e querer saber o valor dessa outra quantidade. Analisando os dados, nos chama a atenção o fato de esse tipo de situação não ter sido lembrada em nenhuma das 172 situações criadas.

Além dessa falta, não localizamos também duas das três categorias de transformação: as que apresentavam transformação desconhecida e estado inicial desconhecido, conforme consta na Tabela 1. De fato, esse tipo de situação é tida por Vergnaud (1990, 2009) como mais complexa. O Quadro 8 exemplifica uma situação em que a busca é pelo estado inicial.

Quadro 8: Exemplo da situação que busca o estado inicial

Situação-Problema

Bruno acaba de ganhar três canetas do seu irmão e ficou com nove. Quantas canetas ele tinha antes de ganhar as canetas do seu irmão?

Diagrama

Fonte: Elaboração dos autores

Pode-se constatar que neste exemplo a transformação foi positiva; todavia, há incongruência entre o que é informado na situação e a operação que pode resolvê-la – subtração: é informado que Bruno *ganhou* e, no entanto, a solução se dá por meio de uma subtração. Ao se referir às tarefas presentes numa situação, Vergnaud (2009) destaca aspectos que podem tornar a situação mais ou menos complexa. Para o autor, a complexidade das situações aumenta no interior de uma mesma classe de problemas. Por isso, o ensino exige do professor clareza da existência de diferentes níveis de complexidade nas situações que ele propõe aos estudantes, inclusive para não apresentar situações que exijam sempre a mesma forma de pensar. Analisando os dados, observamos que, para os professores participantes das duas turmas, parecem não estar clara a existência de tais níveis de dificuldade, o que indica a necessidade de propostas de formação continuada que possam propiciar ao professor a reconstrução de conhecimentos e o desenvolvimento de sua competência profissional.

Tal como Llinares (2008) argumenta, o professor necessita de muito mais do que saber o conteúdo a ser ensinado, pois ele precisa saber analisar, diagnosticar e dotar de significado as produções matemáticas de seus alunos. O docente precisa estar em sintonia com o pensamento matemático do aluno, compreender e analisar seu raciocínio matemático. Isso requer do professor uma habilidade que não se resume a dizer “certo” ou “errado” a uma dada situação, mas demanda entender o que levou o aluno a formular tal resposta, qual o seu entendimento acerca da situação. Precisa saber ainda quais são as situações representativas de um determinado conceito, porém notamos limitações dos profissionais investigados nessa competência.

Considerações Finais

Esta pesquisa buscou identificar e analisar as categorias de situações que um grupo de professores que ensina matemática nos anos iniciais elabora para ensinar estruturas aditivas. A análise nos mostrou que as situações criadas envolveram apenas três das seis categorias que compõem as relações ternárias do campo conceitual das estruturas aditivas (Composição, Transformação e Comparação). E, dessas categorias, não localizamos duas das três subcategorias de transformação: as que apresentavam transformação desconhecida e estado inicial desconhecido e também a que busca o valor do Referente.

Consideramos, assim como Vergnaud (1990, 2009), que a falta de elaboração de situações mais complexas nos dá indícios de que essas duas turmas de professores não sabiam da existência de diferentes níveis de complexidade presentes em situações aditivas, e isso poderia acarretar a apresentação aos alunos tão somente de situações que exijam sempre a mesma forma de pensar. Tal constatação evidencia a necessidade de propiciar aos professores vivências que incorporem à competência profissional docente a habilidade de mirar com sentido o campo conceitual aditivo e seu ensino, na perspectiva de Llinhares (2008).

Outro aspecto que consideramos fundamental para o *design* do processo formativo é a realização deste tipo de atividade que permitiu ao grupo de professores elaborar "*cases*" de ensino que favorecessem a reflexão sobre a necessidade de se observar as diferentes situações, ao planejar as aulas destinadas ao ensino das estruturas aditivas.

Finalmente, é importante registrar que os resultados aqui destacados mostram a necessidade de promover, nos cursos de formação inicial e/ou continuada, discussões sobre a relevância da elaboração, pelos professores, de diferentes situações desse campo conceitual. Os estudos de Vergnaud nos ajudam a compreender as dificuldades vivenciadas pelos estudantes, quando constroem conhecimento a respeito das estruturas aditivas. Além disso, esses dados nos ajudaram a tomar decisões e traçar uma metodologia que favorecesse, no desenvolvimento do curso, a reflexão sobre as diferentes situações do campo aditivo e seu ensino.

Referências

BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: Matemática (1.ª a 4.ª série). Brasília-DF, 1997.

LLINARES, S. **Aprendizaje del estudiante para profesor de matemáticas y el papel de los nuevos instrumentos de comunicación**. Santa Fe de Bogotá: [s.n.], 2008.

LLINARES, S. Formación de profesores de Matemáticas. Caracterización y desarrollo de competencias docentes. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA – CIAEM, 12, 2011, Recife. **Anais…**

NCTM. **An agenda for action**: Recommendations for school mathematics for the 1980s. Reston: NCTM, 1980.

ONUCHIC, L. R. A resolução de problemas na Educação Matemática: onde estamos? E para onde iremos? **Espaço Pedagógico**, Passo Fundo, v.20, n.1, p.88-104, jan./jun. 2013.

PÓLYA, G. Como resolver problemas (Tradução do original inglês de 1945). Lisboa: Gradiva. 2003.

SANTOS, L.; PONTE, J. P. A prática lectiva como actividade de resolução de problemas: Um estudo com três professoras do ensino secundário. **Quadrante**, 2002, v.11, n.2, p.29-54.

SCHOENFELD, A. H. **Mathematical problem solving**. Nova York: Academic Press, 1985.

VERGNAUD, G. A Classification of cognitive tasks and operations of thought involved in addition and subtraction problems. In: CARPENTER, T.; MOSER, J.; ROMBERG, T. **Addition and subtraction**. A cognitive perspective. Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum, 1982.

VERGNAUD, G. Théorie des champs conceptuls. **Recherches em Didactique das Mathématiques**, Grenoble, 1990.

VERGNAUD, G. **Lev Vygotski : pedagogo e pensador do nosso tempo.** Porto Alegre, GEEMPA 2004.

VERGNAUD, G. **A criança, a matemática e a realidade**: problemas do ensino da matemática na escola elementar. Curitiba: Editora da UFPR, 2009.

VERGNAUD, G. Teoria dos Campos Conceituais: o estudo das estruturas multiplicativas. **Escola de Altos Estudo**s. Universidade Bandeirante de São Paulo – UNIBAN, 2010. (DVD).

Recebido em: 20 de fevereiro de 2018
Aprovado em: 01 de abril de 2018