

Situações-problema elaboradas por professores dos anos iniciais

Situations problem in developed by teachers in the early years

JAQUELINE SANTANA DE SOUZA SANTOS¹

VERA LUCIA MERLINI²

Resumo

O presente artigo tem por objetivo comparar as situações-problema de combinatória, elaboradas pelos professores dos anos iniciais antes e depois de uma formação continuada. Essa formação esteve alicerçada no Campo Conceitual Multiplicativo de Vergnaud, concomitantemente às ideias do profissional reflexivo apresentadas por Schön. O presente estudo possui uma abordagem metodológica qualitativa, ao passo que a metodologia da formação é a espiral REPARE de Magina, atrelada à formação com dimensões colaborativas. No que se refere à análise dos dados é possível perceber que, mesmo após a formação continuada, há uma quantidade restrita de situações-problema da classe de combinatória, contudo na segunda elaboração os professores contemplaram as duas possíveis situações-problema dessa classe, qual seja a de parte-todo e a de parte-parte.

Palavras-chave: *Dimensões Colaborativas, Professor Reflexivo, Classe Combinatória.*

Abstract

This article aims to compare the combinatorial problem situations, developed by teachers in the early years before and after training teachers. This continuing training was founded on the of Conceptual Field Multiplicative Vergnaud, concomitantly to the reflective professional ideas presented by Schön. The research has a qualitative approach. The methodology of training is REPARE spiral Magina, linked to training with collaborative dimensions. As regards the analysis of the data we can see that even after continuing training, there is a restricted amount of problem situations, but in the second preparation teachers encompassed the two possible types of combinatorial problem situations, which is the part-whole and part-part.

Keywords: *Collaborative Dimensions, Reflective teacher, Combinatorial class.*

¹ Mestra em Educação Matemática pela Universidade Estadual de Santa Cruz. Professora da rede pública municipal de Ensino – jaquesouza.santana@gmail.com

² Doutora em Educação Matemática pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. Professora do Departamento de Ciências Exatas e Tecnológicas da Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC) - vera.merlini@gmail.com

Introdução

Este artigo tem por objetivo comparar as situações-problema de combinatória, elaboradas pelos professores dos anos iniciais antes e depois de uma formação continuada. Ele é um recorte de uma pesquisa de mestrado cujo objetivo foi identificar as possíveis contribuições para a prática docente que uma formação continuada, com dimensões colaborativas, pode proporcionar aos professores dos anos iniciais no que concerne ao Campo Conceitual Multiplicativo no âmbito da relação ternária. Essa pesquisa fez parte de dois projetos mais amplos e interligados, são eles: Um Estudo sobre o domínio das Estruturas Multiplicativas no Ensino Fundamental (E-Mult)³; e As Estruturas Multiplicativas e a formação de professores que ensinam Matemática na Bahia (PEM)⁴. O E-Mult é desenvolvido em rede com três estados – Bahia (sede), Ceará e Pernambuco – e o PEM é desenvolvido em rede por cinco Núcleos de Pesquisa da Sociedade Brasileira de Educação Matemática da Bahia (SBEM/BA). O E-Mult e o PEM têm dentre seus principais objetivos o de investigar e auxiliar a prática dos professores do Ensino Fundamental no ensino das Estruturas Multiplicativas, tendo como suporte metodológico a espiral de fluxo: reflexão-planejamento-ação-reflexão do professor (MAGINA, 2008), com o intuito de promover e potencializar o desenvolvimento de uma estratégia formativa que dá voz ao professor, que gera reflexões para planejar e agir. Como se trata de uma espiral de fluxo, essa não para no agir, mas reinicia em novas reflexões.

Sabemos que o tema formação continuada é amplamente discutido por pesquisadores nacionais e internacionais, como por exemplo, Magina, Merlini e Santos (2016) e Boavida e Ponte (2002), no entanto entendemos que, em especial no território nacional, há muitos obstáculos a vencer. Os resultados apontados pelo Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (Pisa) — Programme for International Student Assessment —, da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), divulgados pelo Ministério da Educação⁵ em 2016 mostram que o desempenho médio em matemática dos jovens brasileiros de 15 anos foi de 377 pontos. Esse valor foi significativamente inferior à média de 490 alcançada pelos estudantes dos países membros da OCDE. Esse resultado não é diferente nas macro avaliações realizadas no país. O resultado da Prova Brasil do ano de 2011, evidenciou que alunos do 5º ano da escola pública do estado da

³ Projeto de número 15.727 do Programa Observatório da Educação (OBEDUC) financiado pela CAPES

⁴ Projeto de número PES0019/2013 financiado pela FAPESB

⁵ Disponível em <http://portal.mec.gov.br/component/content/article?id=42771>

Bahia encontram-se no nível 3 (média de proficiência: 184,7) de uma escala de 0 a 12. De acordo com a descrição do nível da Prova Brasil (BRASIL, 2008), isso significa que o aluno não consegue resolver de maneira satisfatória problemas que permeiam diferentes significados da adição, subtração, multiplicação e divisão, competência estabelecida para o nível 4.

Como podemos perceber há um conjunto de fatores que influenciam de sobremaneira para que o Brasil esteja nessa situação delicada, contudo um deles diz respeito ao baixo desempenho dos alunos nas macro avaliações.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais - PCN (BRASIL, 1998, p.21) indicam que “entre os obstáculos que o Brasil tem enfrentado em relação ao ensino de Matemática, aponta-se a falta de uma formação profissional qualificada, as restrições ligadas às condições de trabalho”. Não estamos querendo apontar o professor como o principal responsável desse baixo resultado, no entanto compreendemos o professor como a pedra angular da possibilidade de melhora dessa situação. Pensando assim, uma maneira de assessorar o professor pode se configurar por meio do estímulo à formação continuada, de tal modo que essa formação possa auxiliá-lo diretamente em sua prática pedagógica.

Diante desse cenário, é possível perceber algumas das problemáticas que permeiam e justificam a relevância de novos estudos sobre a formação continuada do professor dos anos iniciais, por exemplo, os desafios da sala de aula, as mudanças econômicas, sociais. Partindo desse pressuposto, esse artigo tem por objetivo comparar as situações-problema de combinatória, elaboradas pelos professores dos anos iniciais antes e depois de uma formação continuada que teve como objeto de estudo o Campo Conceitual Multiplicativo.

A importância do Professor Reflexivo na formação continuada

Acreditamos que uma maneira de potencializar um processo formativo é por meio da colaboração entre os integrantes do grupo, o que permite estimular a reflexão da prática docente, de maneira individual e em grupo. A esse respeito Ibiapina (2008, p.51) defende um ponto de vista que um meio “[...] para mudar a prática docente é encarar a pesquisa como um processo de investigação da e na ação, considerando-o, essencialmente como reflexivo e colaborativo”.

Compreendemos a formação com dimensões colaborativas como uma mola propulsora do processo formativo, em que possibilita um desenvolvimento tanto dos pesquisadores quanto dos professores. É um tipo de formação que leva um tempo para a apreensão, não ocorre de maneira rápida e instantânea, no entanto motiva a reflexão, a construção de saberes e práticas emancipatórias.

Uma formação continuada alicerçada em dimensões colaborativas pode potencializar reflexões individuais e em grupo, como mostram as pesquisas de Santos (2012), de Merlini (2012) e de Nacarato et al (2006). Esses estudos apontam que participar de um grupo com dimensões colaborativas é positiva à prática do professor, uma vez que estimula a parceria entre os professores, motiva a fala, a reflexão dos membros participantes. Além disso, motiva a percepção dos professores de como a teoria e a prática precisa e deve ser trabalhada de modo que uma seja o suporte para a outra, podendo assim suscitar uma reflexão na e sobre a prática docente.

Para Schön (2000) existem três tipos distintos de reflexão: (i) reflexão sobre a ação; (ii) reflexão-na-ação; e (iii) reflexão sobre a reflexão-na-ação. Para o autor, o primeiro tipo, reflexão sobre a ação, significa refletir, retrospectivamente, sobre uma ação realizada, com o intuito de descobrir como nosso ato de conhecer-na-ação pode ter contribuído para um resultado inesperado. Esse tipo de reflexão ocorre depois do fato ter ocorrido, não havendo qualquer conexão entre a nossa reflexão e a ação presente; é uma ação, uma observação e uma narração que exige o uso de palavras.

No que concerne a Reflexão-na-ação, Schön (2000) afirma que ela acontece enquanto estamos agindo, em uma surpresa durante a ação, em algo que foge do seu controle, ou ao perceber que determinada ação precisa ser mudada. A reflexão-na-ação proporciona um imediato (re)significado para a ação, nos conduzindo a um experimento imediato que pode repercutir no que estamos fazendo.

A reflexão sobre a reflexão-na-ação é um processo explícito, verbalizado, sistematicamente organizado, possibilitando a construção de novas categorias de compreensão, podendo modificar uma ação futura, é nesse tipo de reflexão que produzimos uma descrição verbal adequada. Nesse processo de pensar sobre uma experiência, por exemplo, se recordar das reflexões que fez enquanto agia, possibilita a consolidação, uma compreensão do problema, ou ainda pode auxiliar na criação de uma solução mais adequada, ou mais geral, formando novas estratégias de ação. Consideramos relevante destacar que os tipos de reflexão supracitados não ocorrem de maneira linear, automática, não há uma sequência de momentos, no entanto o professor pode e deve

buscar sempre refletir sobre sua prática docente, antes da prática pedagógica e depois, motivando a internalização desses tipos de reflexões.

Em suma, o professor na sua prática de sala de aula tem a possibilidade de analisar suas ações, tanto no momento em que ela ocorre quanto posteriormente. Desse modo, por tudo que foi descrito percebemos que a ideia da reflexão apresentada por Schön (1992; 2000), apesar de não se referir a formação de professores, é tido como um auxílio relevante para o processo reflexivo do professor.

Para compreender o processo formativo descrito, duas questões são fundamentais: primeiro, perceber que a teoria interligada com a prática exerce um papel relevante na reflexão. Segundo, a compreensão de que a reflexão pode se dar por um processo individual ou coletivo e quando ocorre na coletividade, pode auxiliar e motivar o outro a refletir, aprender e questionar.

Concebemos a formação continuada como um processo contínuo de reflexão, em que a problematização coletiva com intuito de apresentar um novo significado e possivelmente transformar a prática docente favorece positivamente nesse processo de formação, potencializando-o. Nessa perspectiva vemos o espaço escolar como um ambiente apropriado e relevante para o desenvolvimento de ações formativas que motivam os professores a serem agentes na construção de saberes, conhecimentos e que propicia a postura reflexiva do professor.

Dessa maneira, compreendemos que a reflexão e a colaboração são agentes relevantes em um processo formativo e que a teoria precisa estar atrelada a prática, em vista que uma assessora a outra. Não existe a possibilidade de uma reflexão consistente com intuito de gerar mudanças sem que haja uma teoria que possa engendrar essa reflexão. Para tanto, a teoria que alicerçou o processo formativo, foi a Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud, mais especificamente o Campo Conceitual Multiplicativo.

A Teoria dos Campos Conceituais

O pesquisador e professor francês Gérard Vergnaud idealizou a Teoria dos Campos Conceituais. De acordo com Vergnaud (1996), a principal finalidade dessa teoria é apresentar um contexto em que permita a compreensão das filiações e rupturas entre conhecimentos, tanto nas crianças quanto nos adolescentes.

Vergnaud (1988) descreve que a aprendizagem das competências e concepções se

desenvolve ao longo de um período de tempo, por meio da vivência de inúmeras situações, que podem ter ocorrido na escola ou fora dela. Ao se deparar com uma nova situação, o indivíduo tem duas possibilidades, sendo que a primeira é buscar soluções em seu repertório de situações vivenciadas, tentando utilizar conhecimentos que já possui para tentar resolver.

Quanto à segunda possibilidade, o aluno não possui todas as competências necessárias, forçando-o a refletir sobre, exigindo tempo para exploração, tentativas, que podem conduzir tanto ao acerto quanto ao erro (VERGNAUD, 1996). Para Vergnaud (2014) há uma linha tênue entre as situações a serem vivenciadas e o conceito a ser aprendido. Assim como as situações, o conceito é um ponto chave da Teoria dos Campos Conceituais, haja vista que para o autor é por meio das situações que os conceitos começam a ter significado, fazer sentido para o aluno. Referente ao termo *conceito* Vergnaud (1988) o apresenta da seguinte forma:

O estudo do desenvolvimento de conceito requer que o pesquisador veja um conceito como uma terna de conjuntos: $C = (s, I, S)$, onde s é o conjunto de situações que tornam o conceito significativo, I é um conjunto de invariantes (objetos, propriedades e relações) que podem ser reconhecidos e usado pelo sujeito para analisar e dominar essas situações, e S um conjunto de representações simbólicas que podem ser usadas para pontuar e representar esses invariantes e, portanto, representar as situações e os procedimentos para lidar com eles. (VERGNAUD, 1988, p.141, grifo do autor).

Segundo o autor, o conjunto de situações (s) é importante na medida em que para que o sujeito domine um determinado conceito faz-se necessário que ele seja confrontado com diversas situações. Os invariantes (I) é o conjunto que atribui o significado a operacionalidade do conceito, associado diretamente aos esquemas que o indivíduo possui. A representação simbólica (S) são representações simbólicas do conceito bem como de sua propriedade, que podem ser expressas, em gráficos, linguagem natural, sentenças formais utilizadas para representar as situações.

De acordo com Vergnaud (1996) é por meio das situações e dos problemas que o conceito faz sentido para a criança. Nessa direção, percebemos que um conceito não assume um significado somente com a vivência de um único tipo de situação, bem como uma situação não pode ser analisada baseado em apenas um conceito. Por esse motivo, para o autor, não faz sentido o estudo de uma classe de situações ou de um conceito, mas sim da formação de um campo conceitual. O termo campo conceitual definido por Vergnaud (2009), se refere

[...] ao mesmo tempo um conjunto de situações e um conjunto de conceitos: o conjunto de situações cujo domínio progressivo pede uma variedade de

conceitos, de esquemas e de representações simbólicas em estreita conexão; o conjunto de conceitos que contribuem com o domínio dessas situações (VERGNAUD, 2009, p.29).

Dessa maneira, percebemos uma estreita relação entre situações e conceitos, havendo uma relação biunívoca em que, um complementa o outro. Esse é um dos motivos pelo qual o autor defende que é preciso apresentar ao aluno uma diversidade de situações, que evoluam de maneira gradual e progressiva, a fim de auxiliar o aluno na apreensão de novos conceitos.

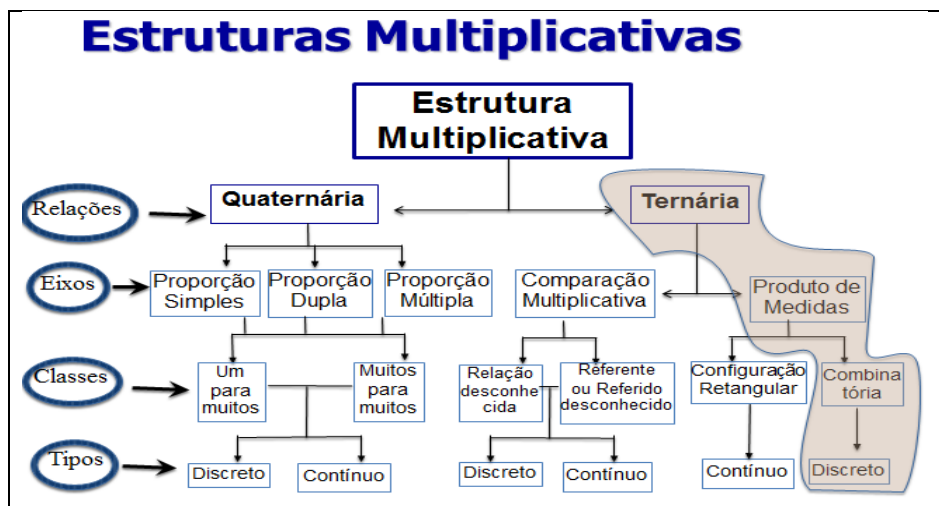
Dentre os vários campos conceituais estudados por Vergnaud, para o âmbito desse artigo, nos deteremos a descrever sobre Campo Conceitual Multiplicativo (CCM), também definido como estruturas multiplicativas, devido ao fato de nosso objeto de estudo estar inserido nesse campo conceitual. O CCM é

[...] o conjunto das situações cujo tratamento implica uma ou várias multiplicações ou divisões e o conjunto dos conceitos e teoremas que permitem analisar estas situações: proporção simples e proporção múltipla, função linear e n-linear, relação escalar directa e inversa, quociente e produção de dimensões, combinação linear e aplicação linear, fracção, relação, número racional, múltiplo e divisor, etc. (VERGNAUD, 1996, p. 168).

Assim, compreendemos que o CCM não se refere apenas e tão somente a situações de multiplicações e divisões. Baseando-se na organização e classificação do Campo Conceitual Multiplicativo proposto por Magina, Merlini e Santos (2016) fundamentado em uma releitura dos escritos de Vergnaud (1983, 1988, 1996, 2009), esse campo conceitual se divide em duas relações: quaternárias e ternárias, e dentre essas duas relações, no presente artigo, nos ateremos à relação ternária.

Compreendemos que a relação ternária é um tipo de relação que envolve “três quantidades, das quais uma é o produto das outras ao mesmo tempo no plano numérico e no plano dimensional” (VERGNAUD, 2009, p.253). De acordo com a organização do Campo Conceitual Multiplicativo, elaborada por Magina, Santos e Merlini (2016) a relação ternária se subdivide em dois eixos: Comparação Multiplicativa e Produto de Medidas, descrita na Figura 1.

Figura 1- Esquema do Campo Conceitual Multiplicativo



Fonte: Adaptado de Magina, Santos e Merlini (2016).

Para esses autores o campo conceitual multiplicativo se divide em duas relações e o foco desse artigo está nas relações ternárias. Note que na Figura 1, há uma parte em destaque, enfatizando nosso objeto de estudo, a relação ternária, eixo Produto de Medida, classe Combinatória do tipo discreto. De acordo com Vergnaud (1988) o produto de medida é um conjunto de situações que resultam de uma composição cartesiana de duas medidas espaciais dentro de uma terceira medida.

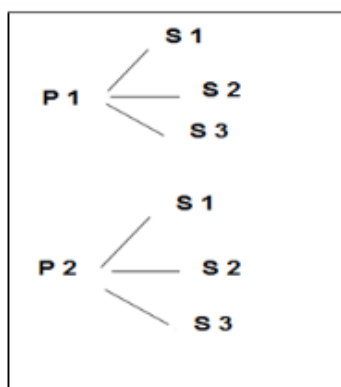
As situações-problema que fazem parte da classe Combinatória são aquelas em que há o produto cartesiano entre dois conjuntos disjuntos, com grandezas discretas, formando assim possíveis combinações que podem ser contabilizadas. Dentro da classe de combinatória temos dois grupos de situações-problema que podemos elaborar: a situação-problema será ou do tipo parte-parte ou do tipo parte-todo. O primeiro grupo refere-se a situações-problema nas quais são disponibilizadas as partes (os dois conjuntos disjuntos) e procura-se o todo. Para a resolução desse tipo de situação-problema existe a possibilidade do aluno resolver fazendo uso do campo aditivo ou a árvore de possibilidades. No outro grupo, a situação-problema disponibiliza uma das partes e o todo, e busca-se pela outra parte. Esse tipo de situação-problema requer que o aluno utilize o campo multiplicativo, mais precisamente a operação de divisão. Desse modo, há duas maneiras de elaborar uma situação da classe de combinatória nas quais altera-se somente a semântica da situação-problema. Para uma melhor compreensão observamos os seguintes exemplos:

Exemplo 1: *No restaurante Comida Top servem dois tipos de prato principal (macarronada e feijoada) e três tipos de sobremesa (pudim, sorvete de morango e brigadeiro). De quantas maneiras distintas, posso montar meu cardápio?*

Em situação-problema dessa natureza são dadas as partes e procura-se o todo. Nesse caso, 2 (quantidade de prato principal) multiplicado por 3 (quantidade de sobremesa) é igual a 6 (quantidade de cardápio). Desse modo, posso montar seis cardápios distintos de modo que em cada um deles haja um tipo de prato principal e um tipo de sobremesa. Nesse exemplo, as partes são: quantidade de pratos principais e quantidade de sobremesas. O todo é a quantidade de cardápios que pode montar.

Dentro do CCM, essa situação-problema requer para a sua resolução a operação de multiplicação, entre a quantidade de prato principal (2) pela quantidade de sobremesa (3), cujo produto refere-se a quantidade de cardápios. Contudo, outra resolução para essa situação-problema que poderíamos lançar mão, é a de utilizar a árvore de possibilidades, como apresenta a Figura 2:

Figura 2– Estratégia utilizando a árvore de possibilidades



Na Figura 2, a letra P significa prato principal, e S sobremesa. O número após a letra é para destacar que são pratos e sobremesas diferentes. Para o prato principal 1 (P1) temos três possibilidades de sobremesas (S1, S2 e S3) que geram três cardápios distintos. Da mesma forma para o prato principal 2 (P2) que pode compor com os três tipos de sobremesas (S1, S2, S3) perfazendo mais três cardápios distintos. No total temos seis diferentes cardápios.

Como discutimos anteriormente, apesar dessa situação-problema requerer a operação de multiplicação, ao resolvê-la utilizando o artifício da árvore de possibilidades, não é possível garantir que o aluno tenha essa compreensão, uma vez que a resposta pode ser dada a partir da contagem, ou ainda utilizando a adição entre a quantidade de cardápio do P1 (3) e a quantidade de cardápio do P2 (3), que resulta em seis (6) cardápios no total.

De acordo com Vergnaud (1990) apesar de haver uma filiação entre o campo aditivo e o campo multiplicativo, a partir de um dado momento é preciso que essa filiação seja rompida. Uma possível maneira de romper com a filiação entre os campos conceituais nas situações-problema da classe de combinatória é apresentar ao aluno situações-problema com valores altos, dificultando assim a utilização do campo aditivo ou da árvore de possibilidades, por exemplo, visto que, segundo Vergnaud (1990), o aluno precisa ter contato com situações-problema complexas para assim poder desenvolver conceitos complexos. Outra maneira seria proporcionar ao aluno situações-problema do tipo parte-todo. De acordo com Vergnaud (2014) situações-problema do tipo parte-todo requerem necessariamente o uso da operação de divisão e oferece um grau de complexidade mais elevado. Analisemos o exemplo 2, que possui o mesmo contexto da situação-problema apresentada no exemplo 1, no entanto nesse exemplo são dados o todo e uma das partes e procura-se a outra parte:

Exemplo 2: *O restaurante Comida Top serve 6 tipos de cardápios. Para cada tipo de cardápio é usado apenas um prato principal e uma sobremesa. Sabendo que o restaurante oferece 2 tipos de prato principal (macarronada e feijoada), quantos tipos de sobremesa são necessários para montar todos os tipos de cardápios?*

O exemplo 2 apresenta o terceiro conjunto: os seis tipos de cardápios, o primeiro conjunto: prato principal e procura-se o segundo conjunto: quantidade de sobremesa. Essa situação-problema requer para sua resolução a operação de divisão, não possibilitando que seja feita árvore de possibilidades. Para resolver, é preciso que façamos a divisão do todo por uma das partes, 6 (total de cardápios) \div 2 (tipos de pratos principais) = 3 (tipos de sobremesa). Note que a resposta foi referente à sobremesa, o quociente de dois conjuntos independentes formou um terceiro conjunto diferente dos dois primeiros.

Nessa direção, é relevante salientar que, apesar dessa classe ser considerada relevante tanto por pesquisadores da área de Educação Matemática quanto pelos documentos oficiais, de acordo com Placha e Moro (2009), situações-problema da classe de combinatória não são frequentes entre os problemas que os alunos solucionam no cotidiano da sala de aula, apesar dessa classe poder estar associada à solução de outras situações-problema da disciplina de Matemática e de outras áreas do conhecimento.

A pesquisa de Martins e Borba (2010) a qual analisou coleções de livros didáticos de Matemática dos anos iniciais evidenciou uma variedade de situações combinatórias, mas

em quantidade muito reduzida, ao ser comparado com o total de problemas de multiplicação e divisão. Elas ressaltam que não é chamada a atenção do professor sobre a diversificação de problemas e sobre as particularidades de cada tipo de problema de Combinatória, o que poderá limitar o trabalho matemático a ser desenvolvido. Desse modo, os estudantes poderão ter poucas oportunidades para pensar sobre as situações de Combinatória prejudicando o desenvolvimento de seus raciocínios combinatórios.

Nesse sentido, a pesquisa feita por Borba, Pessoa, Rocha e Assis (2014) aponta para a importância de processos de formação continuada em Combinatória, uma vez que os professores dos Anos Iniciais apresentam uma limitação com relação ao conhecimento desse conteúdo. Corroboram com esses resultados o estudo realizado por Oliveira e Coutinho (2015) o qual resalta que os professores pesquisados possuem conceitos restritos sobre combinatória.

Essa ideia reafirma a pesquisa feita por Silva e Barreto (2016), em que após a participação em uma formação semelhante a que descrevemos nesse artigo, de 45 situações-problema elaboradas pelos sete professores participantes da formação, apenas uma se referia a classe de combinatória. Silva e Barreto (2016) fazem parte do grupo E-Mult, assim como os autores desse artigo, e, devido a esse fato, seguem o mesmo modelo, estrutura e organização de formação continuada que relataremos.

Metodologia

A abordagem metodológica deste artigo repousa na pesquisa qualitativa, que Lüdke e André (1986) definem como um processo de indução, intimamente atrelado à percepção e ao entendimento do objetivo a ser alcançado, que é o de comparar as situações-problema de combinatória elaboradas pelos professores dos anos iniciais, antes e depois de uma formação continuada.

Esse artigo é um recorte de uma pesquisa realizada em uma escola pública de um município do sul da Bahia que atende estudantes do 1º ao 5º ano do Ensino Fundamental. Participaram do processo formativo 14 professores, dentre esses elegemos três para serem nossos sujeitos de pesquisa. Os critérios utilizados para a escolha desses sujeitos foram: a participação em pelo menos 75% do processo formativo e como o E-Mult previa um bolsista, um desses sujeitos deveria ser o bolsista. Esses dois critérios poderiam, de certa forma, expressar a participação e o comprometimento dos professores na formação continuada.

Para garantir o sigilo dos nomes desses sujeitos, assim os denominamos: João, Cida e Ana. A partir desse momento, todas as vezes que nos referirmos a esses professores será de acordo com essa nomenclatura. Os três professores são formados em Pedagogia, possuem em média cinco anos de experiência em sala de aula e Ana foi professora bolsista do projeto E-mult.

No início e ao final da formação, foi entregue aos professores, uma folha com espaço para elaborar oito situações-problema distintas, sendo que as mesmas deveriam requerer para sua resolução a operação de multiplicação, divisão ou a combinação entre elas. Os professores tinham a liberdade de fazer a situação-problema que desejassem, desde que fossem feitas sem nenhum material de apoio, ou ajuda por parte dos professores formadores. Analisamos a elaboração dos 14 professores, com foco maior nos três supracitados, assim sendo, tivemos um total de 224 situações elaboradas, sendo 112 (14 professores x 8 situações) antes do processo formativo e 112 (14 professores x 8 situações) depois do processo formativo.

O processo formativo, que teve como objeto de estudo o Campo Conceitual Multiplicativo (VERGNAUD, 1996), baseia-se nas estratégias formativas contidas na espiral de fluxo RePARE, em suas três dimensões: reflexão, planejamento, ação, criada por Magina (2008). Assim, a formação era composta por três momentos distintos, a saber: a ação teórica, a ação prática e a ação reflexiva. No momento da ação teórica, havia discussão coletiva dos eixos da Estrutura Multiplicativa, de maneira gradual e progressiva. Essa ação fornecia subsídios teóricos para que os professores pudessem planejar situações a serem aplicadas nas suas respectivas turmas. Na ação prática os professores discutiam essas situações elaboradas e as estratégias de aplicação que utilizariam na sala de aula. A ação reflexiva era desencadeada a partir do planejamento da prática dos professores, das respostas e resoluções dos estudantes, bem como sobre como foi à aplicação das situações na sala de aula, à luz da teoria estudada.

Esse processo formativo contemplou o estudo de três eixos da Estrutura Multiplicativa, a saber: Proporção Simples, Comparação Multiplicativa e Produto de Medidas. Nesse recorte analisaremos os dados, nesse caso as duas elaborações, apenas de acordo com uma das seis classes que compoem o Campo Conceitual Multiplicativo, a classe Combinatória. Ratificamos que em dois dos nove encontros formativos é que foi discutida a classe de combinatória. Tendo a espiral de fluxo (reflexão-planejamento-ação-reflexão) como modelo de formação, no primeiro desses encontros foi discutido, a partir da teoria de Vergnaud (1983, 1988, 1996, 2009) e o esquema elaborado por Magina, Santos e Merlini

(2016), a classe de combinatória (reflexão teórica). Essa discussão forneceu subsídios para que os professores pudessem elaborar duas situações da referida classe (planejamento) para trabalhar com os estudantes em suas respectivas salas de aula (ação). Em seguida, essas duas situações planejadas eram socializadas com todos professores (reflexão). No encontro subsequente os professores, juntamente com seus pares, puderam explicitar e analisar as produções de seus estudantes, assim como refletir sua própria ação em sala de aula (reflexão), à luz da teoria.

Como já fora citado, ao final da formação continuada foi solicitado aos professores que elaborassem, novamente, oito situações que contemplassem operações de multiplicação, divisão ou a combinação entre elas. Da forma em que o esquema da Figura 1 foi apresentado na formação continuada os professores poderiam elaborar, pelo menos, 12 situações distintas, sendo cinco delas de Proporção simples, (três da classe um para muitos: uma de multiplicação e duas de divisão, por quota e partição; duas da classe de muitos para muitos); três de Comparação Multiplicativa (referido, referente e relação desconhecida); e quatro de Produto de Medidas (Configuração retangular e Combinatória: divisão e multiplicação em cada uma dessas classes). Cabe salientar que, apesar da importância de se trabalhar com situações de Combinatória, dessas 12 possibilidades de situações apenas duas se referem à essa classe, o que justificaria, a priori, uma quantidade reduzida de situações elaboradas dessa classe.

É importante ressaltar que, tanto na primeira como na segunda elaboração foi formado um grupo de juízes, formado pelos participantes dos projetos E-Mult e PEM, para classificar todas as situações elaboradas pelos professores, de acordo com o esquema elaborado por Magina, Santos e Merlini (2016).

De posse dos dados estruturamos a análise referindo-se à elaboração de Cida, Ana e João. Essa análise será realizada comparativamente, entre a primeira e a segunda elaboração, sob dois enfoques: i) a análise global em termos do aspecto quantitativo de elaborações, ii) análise qualitativa da elaboração de acordo com a classe de Combinatória.

Análise e Discussão dos Dados

Cabe lembrar que os dados que analisamos foram coletados antes e depois da formação continuada. Nesses dois momentos, solicitamos aos 14 professores participantes que elaborassem oito situações-problema, individualmente e sem qualquer tipo de apoio. Desse modo, cada um dos professores, incluindo Ana, Cida e João elaboraram 16

diferentes situações-problema, sendo 224 no total, sendo 112 (14 professores x 8 situações) antes do processo formativo e 112 (14 professores x 8 situações) depois do processo formativo.

De posse de todas as situações-problema elaboradas por todos os professores, após a classificação feita pelos juízes, selecionamos apenas as situações-problema que se encaixavam na classe de Combinatória, por se tratar do nosso objeto desse estudo. Assim sendo, organizamos os dados na Tabela 1 como segue.

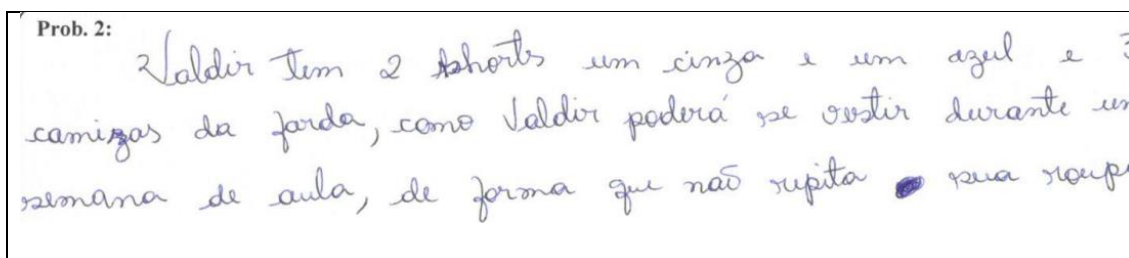
Tabela 1 – Quantidade de situações elaboradas pelos professores

Professores	Ana	Cida	João	Outros
1ª Elaboração	1	0	0	0
2ª Elaboração	1	1	0	9

Fonte: Dados do E-Mult e PEM

Ao analisarmos os dados da Tabela 1 percebemos que na primeira elaboração somente Ana elaborou uma situação-problema da classe de Combinatória. Não sabemos o motivo pelo qual todos os outros professores, inclusive Cida e João, não elaboraram situações-problema da classe de Combinatória, pois não temos elementos que possam justificar essa não escolha. No entanto, para a primeira elaboração, podemos fazer algumas inferências, como, por exemplo, que situações-problema dessa natureza ainda não faziam parte do repertório desses professores, o que vem ao encontro da perspectiva de Placha e Moro (2009), sobre o fato de situações desse tipo serem pouco enfatizadas nas salas de aula. A situação-problema elaborada por Ana, antes da formação, é uma situação classificada como parte-parte, como mostra a Figura 4.

Figura 4 – Situação-problema elaborada pela professora Ana antes da formação



Fonte: Dados da Pesquisa

É uma situação-problema de parte-parte, porque disponibiliza as partes (quantidade de short e quantidade de camisa) e procura o todo (quantidade de roupa). Como podemos perceber essa situação-problema é composta por dois conjuntos disjuntos (short e camisa) e o resultado é o produto cartesiano desses conjuntos, formando um terceiro conjunto (roupa). Vergnaud (2014) considera a situação-problema de parte-parte como a menos complexa da classe de combinação.

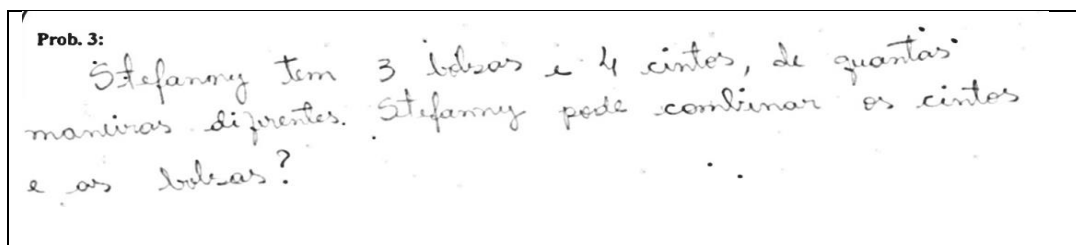
Ao compararmos a primeira elaboração com a segunda, observamos que houve um aumento significativo, uma vez que de uma passou-se para 11 situações-problema de Combinatória após o processo formativo. Do ponto de vista percentual, tivemos melhor resultado se compararmos com o da pesquisa de Silva e Barreto (2016) que, após o processo formativo, dentre 45 houve apenas uma situação-problema referente a classe de Combinatória, e que foi do modelo parte-parte.

Ao focarmos na segunda elaboração com 11 situações-problema, em um primeiro momento, até pode parecer ainda que essa quantidade é um número inexpressivo, aproximadamente 10% visto que os professores elaboraram um total de 112 situações. Entretanto cabe salientar que durante a formação três eixos foram estudados (Proporção Simples, Comparação Multiplicativa e Produto de Medidas) e, de modo geral, os professores teriam 12 possibilidades para, dentre elas, escolher oito situações-problema que contemplassem a estrutura multiplicativa. Somado a isso, Martins e Borba (2010) ao analisar coleções de livros didáticos de Matemática dos anos iniciais evidenciaram que as situações combinatórias tinham quantidade muito reduzida se comparado com o total de problemas de multiplicação e divisão.

Ao direcionarmos o olhar para a segunda elaboração dos três professores, Ana, Cida e João, também encontramos importantes resultados. Apesar de não possuímos dados estatísticos suficientes que nos permitam inferir para além de nossos sujeitos, ainda assim nos sentimos confortáveis em apontar que embora fossem duas as situações-problema, vimos que elas são diferentes entre si. Elas contemplaram os dois modelos (parte-parte e parte-todo) dessa classe de situações que a nosso ver foi um ganho pois a resolução de situações de parte-todo, necessariamente, passa pela operação de divisão que pertence ao Campo Conceitual Multiplicativo, proporcionando um salto qualitativo, uma vez que a árvore de possibilidades não dá conta para resolvê-las. Cabe destacar ainda, que dentre as 11 situações de Combinatória elaboradas por todos os professores participantes, essa foi a única do modelo parte-todo.

Analisemos as duas situações-problemas que apareceram após o processo formativo, produzido por Ana, apresentada na figura 5, e por Cida, respectivamente.

Figura 5 – Situação-problema 3 elaborada pela professora Ana

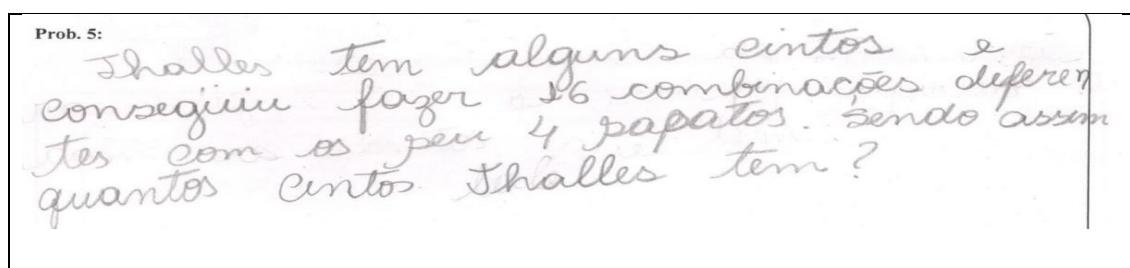


Fonte: Dados da pesquisa

Assim como na primeira elaboração, Ana contempla a classe de Combinatória com uma situação-problema de parte-parte (3 bolsas e 4 cintos) e procura o todo (12 maneiras diferentes de combinar os cintos e as bolsas).

A segunda situação elaborada, da classe de Combinatória, elaborada após a formação foi de Cida, apresentada em seguida na Figura 6.

Figura 6 – Situação-problema 5 elaborada pela professora Cida



Fonte: Dados da pesquisa

Nessa situação-problema podemos perceber que Cida disponibiliza o todo (16 distintas combinações possíveis) e uma parte (4 sapatos) e procura a outra parte (quatro cintos de Thalles).

Ao compararmos as duas propostas, nos remetemos a Vergnaud (2014) que afirma situações como a de Cida apresentam um nível de complexidade maior, visto que requerem a divisão para a resolução. Desse modo, a situação-problema que Cida elabora consegue romper com a filiação entre o campo aditivo e multiplicativo.

Direcionando nosso olhar para as situações-problema elaboradas por João, percebemos que, apesar de participar de todo o processo formativo, ele continua não contemplando a classe de Combinatória. Esse fato pode ser analisado sob dois pontos de vista, que nos parece antagônicos: (i) por um lado, se levarmos em conta as diferentes possibilidades de escolha para a elaboração de situações-problema não significa afirmar que ele não

apresentará aos seus alunos essa classe de situação e mais, que o processo formativo não foi significativo para João; (ii) por outro lado talvez para João fossem necessárias mais discussões acerca da classe de Combinatória, configurando assim um limite do processo formativo.

Diante do exposto, esses resultados apontam a importância de processos de formação continuada em Combinatória (BORBA, PESSOA, ROCHA E ASSIS, 2014) (OLIVEIRA E COUTINHO, 2015) uma vez que os professores dos Anos Iniciais apresentam uma limitação com relação ao conhecimento desse conteúdo.

Cabe ressaltar que o intuito não era que o professor após os nove encontros de formação, baseada em uma espiral de fluxo REFlexão-Planejamento-Ação-Reflexão (MAGINA, 2008), se apropriasse perfeitamente do Campo Conceitual Multiplicativo, ou que ele se tornasse um pesquisador, mas sim que fosse motivado à reflexão na e sobre a prática pedagógica de maneira individual e coletiva (IBIAPINA, 2008). Concomitantemente, o trabalho desenvolvido com o campo conceitual nessa formação foi relevante na medida em que os professores entenderam a necessidade de lançar mão de uma diversidade de situações-problema, pois uma situação por mais simples que se apresente, está atrelada a uma gama de conceitos (VERGNAUD, 2014).

Conclusão

Como apresentamos ao longo do artigo, fizemos um recorte de um processo formativo, que teve por objeto de estudo a Estrutura Multiplicativa, que possui seis classes e analisamos a formação sob a ótica de uma dessas classes, a de Combinatória. Antes e depois dessa formação continuada, foi solicitado aos professores que elaborassem oito situações-problema que contemplassem o Campo Conceitual Multiplicativo.

Comparando as situações-problema da classe de Combinatória, elaboradas pelos professores dos anos iniciais antes e depois da formação continuada, percebemos que em relação à quantidade, nesse recorte, houve certo avanço, pois Ana criou situações-problema na primeira e na segunda elaboração e Cida passa a criar depois da formação continuada. Pudemos constatar também avanço qualitativo com relação à primeira elaboração, pois após as reflexões e os estudos promovidos pelo processo formativo, a professora Cida elaborou uma situação-problema da classe de Combinatória em que a

solução passa, necessariamente, pela Estrutura Multiplicativa, que para Vergnaud (2014) é tida, para essa classe, como mais complexa.

Assim, percebemos que a formação teve avanços, mas também pudemos observar alguns limites. Ao analisarmos as elaborações de Ana, percebemos que apesar de Ana participar ativamente da formação, refletir em grupo e de maneira individual, ela elaborou o mesmo modelo (parte-parte) de situação-problema, antes e depois do processo formativo. Esse modelo permite resoluções, como a árvore de possibilidades, que não envolve, necessariamente, a Estrutura Multiplicativa.

Outra limitação que destacamos está atrelada às escolhas que João fez ao elaborar as suas situações-problema. Em nenhuma das duas elaborações ele contemplou a classe de Combinatória, mesmo após ter participado do processo formativo.

Esses resultados apontam que, de fato, a aprendizagem leva um longo período de tempo e não tínhamos a pretensão de que todos os professores se apropriassem da Estrutura Multiplicativa em nove encontros, em especial da classe de Combinatória.

Esses mesmos resultados nos fizeram perceber que é proeminente continuar o estudo do Campo Conceitual Multiplicativo com esses professores, com o objetivo de possivelmente sanar as lacunas destacadas nesse recorte, bem como, fica um direcionamento para quem desejar aplicar esse modelo de formação.

Agradecimentos

Agradecemos a CAPES pelo apoio financeiro que viabilizou o desenvolvimento dessa pesquisa.

Referências

BORBA, Rute; PESSOA, Cristiane; ROCHA, Cristiane.; ASSIS, Adriane. A formação de professores de anos iniciais do ensino fundamental para o ensino da combinatória. Revista RPEM - Revista Paranaense de Educação Matemática Universidade Estadual do Paraná – Unespar Campo Mourão, v.3, n.4, 2014.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: Matemática**. Brasília: MEC/SEF, 1998.

BRASIL, Ministério da Educação. **PDE: Plano de Desenvolvimento da Educação: Prova Brasil: ensino fundamental: matrizes de referência, tópicos e descritores**. Brasília: MEC, SEB; Inep, 2008.

BRASIL. Relatório SAEB – Matemática. **Sistema de Avaliação do Ensino Básico**. Brasília: INEP, MEC. 2011.

BOAVIDA, Ana Maria; PONTE, João Pedro da. Investigação colaborativa: Potencialidades e problemas. In: GTI (org), **Refletir e investigar sobre a prática profissional** (pp. 43-55). Lisboa: APM, 2002. Disponível em: <<http://www.educ.fc.ul.pt/jponte/artigos-por-temas.htm>>. Acesso em: 05 de mai. 2016.

IBIAPINA, Ivana Maria Lopes de Melo. **Pesquisa colaborativa: investigação, formação e produção de conhecimentos**. Brasília: Líder Livro Editora, 2008.

LUDKE, Menga; ANDRÉ, Marli E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.

MAGINA, S. (RE)Significar as Estruturas Multiplicativas a partir da formação ‘Ação - Reflexão - Planejamento - Ação do professor’. Edital Universal, Projeto nº 471247/2008 - 1. CNPq. 2008.

MAGINA, Sandra; MERLINI, Vera Lucia; SANTOS, Aparecido dos. A estrutura multiplicativa à luz da teoria dos campos conceituais: uma visão com foco na aprendizagem. In: FILHO, José Aires de Castro; BARRETO, Marcília Chagas; BARGUIL, Paulo Meireles; MAIA, Dennys Leite; PINHEIRO, Joserlene Lima (Orgs.). **Matemática, Cultura e Tecnologia: perspectivas internacionais**. Curitiba: EDITORA CRV, 2016.

MARTINS, Glauce.; BORBA, Rute. Livros didáticos de alfabetização de jovens e adultos: um estudo sobre as estruturas multiplicativas. Anais... 10 Encontro Nacional de Educação Matemática. Salvador, 2010.

MERLINI, Vera Lúcia. **As potencialidades de um processo formativo para a reflexão na e sobre a prática de uma professora das séries iniciais: um estudo de caso**. Doutorado em Educação Matemática – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2012.

NACARATO, Adair Mendes; et al. Professores e futuros professores compartilhando aprendizagens: dimensões colaborativas em processos de formação. In: NACARATO, Adair Mendes; PAIVA, Maria Auxiliadora Vilela. **A formação do professor que ensina Matemática: perspectivas e pesquisas**. Belo Horizonte: Autêntica, 2006.

PLACHA, Kelly Cristine; MORO, Maria Lucia Faria. **Problemas de produto cartesiano, raciocínio combinatório e intervenção do professor**. Psicologia: Teoria e Pesquisa, v.25, n. 1, p. 07-17, 2009.

SANTOS, Aparecido dos. **Processos de formação colaborativa com foco no campo conceitual multiplicativo: um caminho possível com professores polivalentes**. Doutorado em Educação Matemática. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. São Paulo: 2012.

SILVA, Silvana Holanda da; BARRETO, Marcília Chagas. Aspectos conceituais consideradas por professoras quando da proposição de problemas do campo conceitual multiplicativo. In: MARTINS, Ernani; LAUTERT, Síntria (Orgs.). **Diálogos sobre o**

ensino, aprendizagem e formação de professores: contribuições da Psicologia da Educação Matemática. Rio de Janeiro: Editora Autografia, 2016.

SCHÖN, Donald. Formar professores como profissionais reflexivos. In: NÓVOA, António (coord.). **Os professores e a sua formação**. Tradução: Graça Cunha, Cândida Hespanha, Conceição Afonso, José António Souza Tavares. Lisboa: Publicações com Dom Quixote, Instituto de Inovação Educacional, 1992.

_____. **Educando o Profissional Reflexivo:** um novo design para o ensino e aprendizagem. Trad. Roberto Cataldo Costa. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 2000.

VERGNAUD, Gérard. Multiplicative structures. In: HIEBERT, H.; BEHR, M. (Ed.). **Research agenda in mathematics education: number concepts and operations in middle grades**. Tradução Sandra Magina. Hillsdale: Lawrence Erlbaum, 1988. p.141-161.

_____. **La Théorie des Champs Conceptuels**. Recherches em Didactique des Mathématiques, Grenoble, 1990.

_____. A Teoria dos Campos Conceituais. In: BRUN, Jean(Org.). **Didáctica das Matemáticas**. Lisboa: Instituto Piaget, 1996.

_____. O que é aprender?. In: BITTAR, Marilena; MUNIZ, Cristiano Alberto (Orgs.). **A Aprendizagem matemática na perspectiva da teoria dos campos conceituais**. Curitiba: Editora CRV, 2009.

_____. **A criança, a matemática e a realidade:** problemas do ensino da matemática na escola elementar. Tradução Maria Lucia Faria Moro. ed.rev. Curitiba: Ed. Da UFPR, 2014.

Texto recebido: 30/05/2017
Texto aprovado: 14/03/2018