PRODUTO EDUCACIONAL

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CENTRO DE EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

ELIANO DA ROCHA

RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS ADITIVOS: DESVELANDO ESTRATÉGIAS DOS ALUNOS À LUZ DA TEORIA DOS CAMPOS CONCEITUAIS

Maceió

2020

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS

CENTRO DE EDUCAÇÃO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

ELIANO DA ROCHA

RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS ADITIVOS: DESVELANDO ESTRATÉGIAS DOS ALUNOS À LUZ DA TEORIA DOS CAMPOS CONCEITUAIS

Produto educacional apresentado à banca examinadora pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECIM) da Universidade Federal de Alagoas (UFAL) como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática – Área de Concentração: Pedagogia.

Orientador: Profª Dra. Adriana Cavalcanti dos Santos

Maceió

2020

ELIANO DA ROCHA

"Resolução de problemas aditivos: desvelando estratégias dos alunos à luz da Teoria dos Campos Conceituais"

Produto Educacional apresentado à banca examinadora como requisito parcial para a obtenção do Título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática, pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática do Centro de Educação da Universidade Federal de Alagoas, aprovada em 19 de dezembro de 2019.

BANCA EXAMINADORA

Adriana Cavalcanti dos Santos

Profa. Dra. Adriana Cavalcanti dos Santos
Orientadora
(CEDU/UFAL)

Iracema Campos Cusati

Profa. Dra. Iracema Campos Cusati
(UPE)

Prof. Dr. Eduardo Cardoso Moraes
(IFAL)

Amauri Barros

Prof. Dr. Amauri da Silva Barros
(IM/UFAL)

RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS ADITIVOS: DESVELANDO ESTRATÉGIAS DOS ALUNOS À LUZ DA TEORIA DOS CAMPOS CONCEITUAIS

Resumo

Este artigo apresenta um recorte de uma pesquisa de mestrado profissional realizada com alunos do Ensino Fundamental – EF do município de Teotônio Vilela-AL, sobre as estratégias de resolução de problemas do Campo Aditivo. Definiu-se por objetivo geral investigar as estratégias de solução de problemas de estruturas aditivas utilizadas por alunos dos anos iniciais do EF. Trata-se de uma pesquisa qualitativa na modalidade estudo de caso, fundamentada no aporte teórico de Creswel (2010) e Yin (2010). O estudo foi realizado com 60 alunos de três escolas públicas, que responderam a um questionário contento 10 questões de estruturas aditivas, elaboradas com base na Teoria dos Campos Conceituais de Gérard Vergnaud (1996; 2014). Os resultados apontaram que o domínio do campo aditivo pelos sujeitos da pesquisa está em desenvolvimento. As estratégias mais utilizadas pelos alunos na solução dos problemas propostos foram os algoritmos formais da adição e da subtração, seguido de estratégias pessoais, repetição de números do enunciado e também a opção em branco. Os erros observados ocorreram tanto no cálculo numérico (32,4%), quanto no cálculo relacional (48,5%), além das situações deixadas em branco, correspondendo a (19,1%) dos casos.

Palavras-chave: Resolução de problemas. Matemática. Campo aditivo. Teoria dos Campos Conceituais

Abstract

This article presents a clipping of a professional master's research conducted with elementary school students from Teotônio Vilela-AL, about the strategies of problem solving of the Additive Field. The general objective was to investigate the strategies of problem solving of additive structures used by students in the early years of elementary school. This is a qualitative research in the case study modality, based on the theoretical contribution of Creswel (2010) and Yin (2010). The study was conducted with 60 students from three public schools, who answered a questionnaire containing 10 questions of additive structures, elaborated based on Gérard Vergnaud's Theory of Conceptual Fields (1996; 2014). The results showed that the domain of the additive field by the research subjects is under development. The most used strategies by students in solving the proposed problems were the formal algorithms of addition and subtraction, followed by personal strategies, repetition of utterance numbers and also the option in blank. The errors observed occurred both in numerical calculation (32.4%) and relational calculation (48.5%), beyond the situations left blank, corresponding to (19.1%) of the cases.

Keywords: Problem solving. Mathematics. Additive field. Conceptual Field Theory

Introdução

O Campo Conceitual Aditivo – CCA refere-se ao conjunto de situações-problema que para serem resolvidos exigem exclusivamente cálculos que envolvem adições e/ou subtrações (VERGNAUD, 1996). As operações aritméticas de adição e subtração são trabalhadas na escola desde o início dos anos iniciais do Ensino Fundamental – EF, tendo presença garantida nos currículos de matemática nesta etapa escolar. Contudo, estudos e pesquisas como as de Etcheverria (2010), Magina *et al.* (2008) e Santana (2012) asseveram que muitos alunos chegam ao final do 5º ano do EF apresentando dificuldades quanto ao domínio deste campo conceitual, sobretudo em relação à resolução de problemas, considerando a variedade de conceitos e de relações característicos das estruturas aditivas.

Diante deste cenário, surgiu o interesse em realizar este estudo, cujo objetivo central é investigar as estratégias de resolução de problemas aditivos utilizadas por alunos do 5º ano do EF do município de Teotônio Vilela – AL. Este objetivo principal desdobrou-se nos seguintes objetivos específicos: discutir o papel da resolução de problemas enquanto recurso metodológico de ensino e aprendizagem matemática; explorar o CCA, tendo por base a Teoria do Campo Conceitual - TCC de Vergnaud (1996) e a releitura de Magina *et al.* (2001; 2008) e Santana (2012); investigar os saberes e dificuldades inerentes ao CCA que estes sujeitos revelam em seus protocolos de respostas diante dos problemas propostos no instrumento da pesquisa, e os principais tipos de erros cometidos na solução dos problemas.

O presente estudo trata-se de uma pesquisa qualitativa na modalidade estudo de caso, conforme o aporte teórico de Creswel (2010) e Yin (2010). Para coleta de dados, foi aplicado um questionário com 10 situações-problema do CCA envolvendo as ideias de composição, transformação e de comparação, e para a análise dos dados, utilizamos a técnica de análise de conteúdo ancorada no aporte teórico de Bardin (2010).

Este estudo encontra-se estruturado em quatro seções. A primeira seção apresenta o referencial teórico abordando sobre a resolução de problemas e sua importância nos processos de ensino e de aprendizagem, conceitos e definições. A segunda seção trata sobre o CCA com base no aporte teórico da TCC, em que se expõe alguns aspectos fundamentais da referida teoria, bem como, a classificação e categorização dos problemas aditivos fundamentados em Vergnaud (1996; 2014) e os estudos de Magina *et al.* (2001; 2008) e Santana (2012). Na terceira seção são apresentados os procedimentos metodológicos da pesquisa. E na quarta seção apresentamos a análise e discussão dos dados. Por fim, apresentamos as considerações finais seguidas das referências bibliográficas.

Resolução de problemas na matemática escolar

A proposta da metodologia de resolução de problemas vai além do treino de regras ou aplicação de uma técnica, ou apenas com a identificação de qual operação se resolve o problema. Sobre este aspecto, Pozo (1998) explica que o trabalho com situações-problema em sala de aula ultrapassa a questão da resolução do mesmo, ou seja, ensinar a resolver problemas não consiste somente em dotar os alunos de habilidades e estratégias eficazes, mas também, desenvolver nos alunos o hábito e a postura ativa de enfrentar a aprendizagem como um problema para o qual deve ser encontrada uma resposta (POZO, 1998).

Nesse contexto, Allevato e Onuchic (2014) asseveram que a resolução de problemas é o “coração” da atividade matemática, e constitui a força propulsora para a construção de novos conhecimentos e reciprocamente os novos conhecimentos conduzem à proposição e resolução de intrigantes e importantes problemas.

Segundo Smole e Diniz (2016), a matemática e a resolução de problemas são dois temas que caminham juntos. Assim, não seria adequado desenvolver o ensino e a aprendizagem matemática se não for para promover nos alunos habilidades e competências para resolver problemas; em contrapartida, a resolução de problemas, sempre envolve alguma forma de pensar matematicamente. Os diferentes tipos de problemas matemáticos a serem propostos aos alunos devem exigir análise, alguma estratégia de solução e que após sua execução, seja avaliada, verificando se a mesma conduziu à solução satisfatória da situação-problema enfrentada.

No ensino de matemática é preciso ter clareza do que realmente se configura como um problema e o que é apenas um exercício de 'treinamento" e demonstração do que já foi apreendido e dominado pelo aluno. Neste sentido, Pozo (1998, p.16) afirma que, "[...] um problema se diferencia de um exercício, na medida em que, no último caso, dispomos e utilizamos mecanismos que nos levam de forma imediata à solução".

Contribuindo com essa discussão, Dante (2010) distingue exercício e problema da seguinte maneira:

> Exercício, como o próprio nome diz, serve para exercitar, para praticar determinado algoritmo ou procedimento. O aluno lê o exercício e extrai as informações necessárias para praticar uma ou mais habilidades algorítmicas. Já a situação problema [...] é a descrição de uma situação em que se procura algo desconhecido e não se tem previamente nenhum algoritmo que garanta solução. A solução de um problema [...] exige uma certa dose de iniciativa e criatividade aliada ao conhecimento de algumas estratégias (p. 48).

Pozo (1998), ao caminhar na perspectiva de Dante (2010), explica que as tarefas, em que apenas se exige a aplicação de uma fórmula logo após ter sido explicada em aula, ou após uma lição na qual ela aparece de forma evidente, não se configuram como problemas, são apenas exercícios para consolidar e automatizar certas técnicas, habilidades e/ou procedimentos que serão úteis na solução de situações-problema posteriores. Assim, um bom problema, caracteriza-se pela capacidade de instigar o aluno a resolvê-lo, ser interessante, criativo, além de apresentar algum desafio para aluno, pois do contrário ele não se sentirá motivado para resolvê-lo.

Polya (2006) estabelece quatro etapas básicas ou procedimentos a serem executados na resolução de problemas, são elas:

> Compreensão do problema – é preciso compreender o problema. Estabelecimento de um plano – precisamos encontrar a conexão entre os dados e a incógnita. Quando esta conexão não é visualizada de forma imediata podemos considerar problemas auxiliares. Execução do plano – o plano deve ser executado. Retrospecto – a solução obtida precisa ser analisada. (Ibid., p.4)

Contudo, é importante reforçar, que para instigar a pensamento do aluno sobre a situação dada, é fundamental que o professor ao propor o problema, faça questionamentos pertinentes, de tal maneira que leve os alunos a analisar detalhes da situação, antes despercebidos, contribuindo para o entendimento e resolução da questão.

A Base Nacional Comum Curricular – BNCC apresenta a resolução de problemas como uma das macro-competências em busca do desenvolvimento do letramento matemático. E enfatiza que no EF deve ter compromisso com o desenvolvimento do letramento matemático, ou seja, desenvolver no aluno as competências e habilidades de raciocinar, representar, comunicar e argumentar matematicamente, de modo a favorecer o estabelecimento de conjecturas, a formulação e a resolução de problemas em uma multiplicidade de contextos, utilizando conceitos, procedimentos, fatos e ferramentas matemáticas (BRASIL, 2017).

Campo aditivo na perspectiva da teoria dos campos conceituais

A Teoria dos Campos Conceituais – TCC é uma teoria cognitivista elaborada pelo professor e pesquisador francês Gérard Vergnaud. Segundo o autor, sua teoria procura:

> [...] explicar o processo de construção do conhecimento, apresentando um quadro coerente e de base para o estudo do desenvolvimento e da aprendizagem das competências complexas, notadamente daquelas que se revelam das ciências e das técnicas (VERGNAUD, 1996, p.155).

Magina *et al.* (2008) apontam três premissas importantes da TCC e sua aplicação no ensino de matemática: a primeira consiste na ideia de que o conhecimento matemático emerge da resolução de problemas, sejam eles teóricos ou práticos. A segunda premissa postula que o conhecimento surge a partir da ação do sujeito sobre a situação-problema em jogo. E a terceira premissa parte do princípio que o conhecimento está organizado em campos conceituais, e que a apropriação por parte do sujeito, ocorre durante um largo período de tempo através da experiência, maturidade e aprendizagem (VERGNAUD, 1996).

Para Vergnaud (1996) é praticamente impossível estudar as coisas separadamente e, por essa razão, é necessário fazer recortes. Assim, desenvolveu a ideia de Campos Conceituais, considerando-os como unidades de estudo que dão sentido aos problemas e às observações feitas em relação à conceitualização (VERGNAUD, 1996). Por meio de sua teoria (TCC) ele mostrou, por exemplo, que as operações de adição e subtração, possuem estreita conexão, em termos de conceitos e processos de resolução, podendo ser consideradas como duas faces da mesma moeda, são na verdade operações complementares, pertencentes ao mesmo campo conceitual, o campo conceitual das estruturas aditivas, ou simplesmente, campo aditivo (VERGNAUD, 1996).

De acordo com Vergnaud (1996; 2014) as relações aditivas são relações ternárias que podem ser organizadas de várias maneiras, gerando uma diversidade de problemas com graus de complexidades também diversos. Assim, o autor (VERGNAUD, 1996) apresentou seis categorias de esquemas ternários que considera fundamentais, e que permitem englobar todos os problemas de adição e subtração da aritmética comum, são elas:

> I – A composição de duas medidas em uma terceira; II – a transformação (quantificada) de uma medida inicial numa medida final; III – a relação (quantificada) de comparação entre duas medidas; IV – a composição de duas transformações; V – a transformação de uma relação e VI – a composição de duas relações (Ibid., p.172)

A classificação das relações inerentes aos problemas aditivos é importante para que o professor possa selecionar e propor aos alunos aquelas que estarão de acordo com o nível de aprendizagem destes e aos poucos ir conduzindo-os para o enfrentamento de situações cada vez mais desafiadoras para que possam avançar em suas aprendizagens.

Neste contexto, Magina *et al.* (2001; 2008), numa releitura das relações aditivas postuladas por Vergnaud (1996), explicam-nos que as situações-problema deste campo conceitual podem ser classificadas em três grupos básicos: composição, transformação e comparação, de maneira que:

> - A classe de problemas de composição compreende as situações que envolvem a relação parte-todo, juntar uma parte com outra parte para obter o todo, ou subtrair uma parte do todo, ou subtrair uma parte do todo para obter a outra parte.
> - A classe dos problemas de transformação é aquela que trata de situações em que a ideia temporal está sempre envolvida – no estado inicial tem-se uma quantidade que se transforma (com perda/ganho; acréscimo/decréscimo; etc.), chegando ao estado final com outra quantidade.
> - A classe dos problemas de comparação diz respeito aos problemas que comparam duas quantidades, uma denominada de referente e a outra de referido (MAGINA *et al.*, 2001, p. 28-29).

É importante ressaltar que cada uma dessas categorias principais de problemas aditivos (composição, transformação e comparação) permite variantes, com graus de complexidade menor ou maior dependendo de sua organização, das relações envolvidas e das classes de problemas que podemos formular para cada categoria (VERGNAUD, 2014).

Buscando sintetizar os diferentes tipos de problemas aditivos, Magina *et al.* (2001; 20018) classificaram estes problemas em protótipos e extensões. Sendo as situações prototípicas, aquelas que envolvem os conceitos de composição (unir partes para compor o todo) ou transformação, que pode ser positiva ou negativa como é caso de ganhos ou perdas, acréscimos ou decréscimos de quantidades de objetos por exemplo. Já as extensões podem variar da 1ª a 4ª, da seguinte maneira: Os problemas de 1ª extensão podem envolver a ideia de composição com uma parte desconhecida ou a ideia de transformação com a transformação desconhecida.

No que se refere aos problemas de 2ª e 3ª extensão abrangem essencialmente os conceitos de comparação. No caso das situações de comparação de 2ª extensão temos explícitos no enunciado o “referente” e a relação, e pede-se para que o aluno determine o referido e os problemas de 3ª extensão de comparação em que se tem os grupos conhecidos “ referente e referido” e se desconhece a relação entre eles. Esse tipo de problema costuma apresentar um grau de dificuldade maior do que nos casos explicitados anteriormente, pois apesar de serem conhecidos os dois grupos, não fica muito claro para a criança, quem é o referente e o referido.

E por fim, os problemas aditivos de 4ª extensão envolvem as categorias de transformação e de comparação. Nesta extensão, o raciocínio aditivo envolvido é o mais sofisticado dentre o grupo de problemas básico (MAGINA *et al.*, 2001). São inseridos nesta categoria os problemas de transformação em que o estado inicial é desconhecido e os de comparação em que se desconhece o referente da questão.

Neste contexto, é fundamental, que os professores que ensinam matemática, notadamente os que atuam nos anos iniciais do EF, conhecer e explorar com seus alunos, toda essa diversidade de situações-problema das estruturas aditivas, para promover a consolidação da compreensão dos conceitos envolvidos tornando-os significativos para os alunos.

Procedimentos metodológicos

O presente estudo trata-se de uma pesquisa de natureza qualitativa na modalidade estudo de caso. Creswel (2010), ao discutir as características da pesquisa qualitativa, destaca entre elas o caráter interpretativo, geralmente utilizado pelos pesquisadores nessa forma de investigação. Neste contexto, as observações sobre o objeto pesquisado, não podem acontecer separadas de suas origens, história, contextos e entendimentos anteriores (CRESWELL, 2010).

No que se refere à modalidade estudo de caso, Yin (2010) explica-nos que se trata de uma investigação baseada na experiência, que estuda um fenômeno contemporâneo em profundidade e em seu contexto de vida real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não são claramente evidentes.

Para a análise dos dados, aplicou-se a técnica de análise de conteúdo, segundo o aporte teórico de Bardin (2010). Para isso, realizou-se a pré-análise dos dados, a exploração do material e por fim, o tratamento dos resultados, fazendo as inferências e interpretação.

O estudo envolveu 60 estudantes do 5º ano do EF de 03 escolas públicas do município de Teotônio Vilela-AL. Para coleta de dados foi utilizado um instrumento diagnóstico, composto de 10 situações-problema, envolvendo as três principais categorias das estruturas aditivas elencadas por Vergnaud (1996; 2014), que são: composição, transformação e comparação e suas variações, classificadas por Magina *et al.* (2001; 2008) em protótipos e extensões, envolvendo números pequenos até a ordem das dezenas. O instrumento foi aplicado pelo pesquisador, de forma coletiva, em uma única seção em cada uma das três escolas em que o estudo foi desenvolvido. Os alunos participantes da pesquisa tiveram um tempo de 60 minutos para responderem a atividade, consideramos tempo suficiente para que fizessem a atividade com tranquilidade.

Os dados para análise foram agrupados considerando as estratégias de resolução apresentadas pelos alunos, a saber: algoritmo da adição; algoritmo da subtração; uso de números do enunciado; estratégias pessoais e uma última categoria denominada de “resposta em branco” para representar os casos em que os alunos não esboçaram qualquer registro de solução. E quanto ao desempenho, considerou-se as categorias de correção: certo, errado e em branco. Também analisamos os erros registrados, agrupando-os em duas categorias principais: I – erro no cálculo numérico e II – erro no cálculo relacional.

Análise e discussão dos dados

Os resultados da pesquisa revelaram a ocorrência de diferentes estratégias utilizadas pelos alunos nas soluções dos problemas, tanto estratégias convencionais (conta armada/algoritmo), como estratégias não convencionais, tais como os esquemas pessoais dos alunos que são processos alternativos ao uso dos algoritmos padronizados, como as representações por meio desenhos de figuras, tracinhos, bolinhas, associados a procedimentos de contagem.

Na escola A, 20 alunos de 5º ano, na faixa etária entre 10 a 11 anos, participaram da pesquisa e responderam ao teste diagnóstico com 10 situações-problema de estrutura aditiva. No conjunto das soluções, apresentaram 5 (cinco) tipos de estratégias: algoritmo da adição; algoritmo da subtração; estratégia pessoal; uso de números do enunciado e "respostas" em branco, esta última, representando a categoria em que verificamos a ausência de qualquer tipo de registro por parte dos alunos.

A tabela 1 apresenta detalhadamente as estratégias esboçadas pelos alunos da turma A, no processo de resolução dos problemas aditivos propostos no teste diagnóstico e exploratório, independente de erros e acertos.

Tabela 1 – Percentual das Estratégias de solução por problema na escola A

Problemas	Algoritmo da adição	Algoritmo da subtração	Repetição de nº do enunciado	Estratégia pessoal	Em branco	Total
P1	95%	5%	0%	0%	0%	100%
P2	10%	80%	0%	10%	0%	100%
P3	20%	55%	0%	25%	0%	100%
P4	15%	55%	0%	20%	10%	100%
P5	45%	15%	5%	35%	5%	100%
P6	45%	25%	20%	5%	5%	100%
P7	10%	65%	20%	0%	5%	100%
P8	25%	45%	20%	10%	0%	100%
P 9	5%	60%	10%	20%	5%	100%
P10	20%	40%	5%	20%	15%	100%

Fonte: O autor, com base no relatório da pesquisa

Na maioria dos casos os alunos optaram pelo uso do algoritmo formal (conta armada), tanto da adição como da subtração, como já presumíamos, tendo em vista que há uma tendência por parte dos professores que ensinam matemática em explorar esta estratégia, quase que exclusivamente, desde os anos iniciais, num processo de linearização do ensino (SANTANA, 2012). Contudo, é importante frisar que é possível resolver estes problemas por meio de outros procedimentos, e isto, precisa ser trabalhado com os alunos, visando maior autonomia na organização e representação dos seus esquemas mentais na solução dos problemas (BRASIL, 1997), (VERGNAUD, 1996), BNCC (BRASIL, 2017).

Na escola B, também 20 alunos de 5º ano realizaram a atividade proposta. Nesta turma os alunos se encontravam na faixa etária entre 10 a 11 anos, e as estratégias registradas foram as mesmas, ou seja: algoritmo da adição; algoritmo da subtração; estratégia pessoal (rabiscos e outras representações); uso de números do enunciado e situações deixadas em branco.

A tabela 2, apresenta os percentuais de cada estratégia utilizada pelos alunos da escola (B) no processo de resolução dos problemas propostos.

Tabela 2 – Percentual das Estratégias de solução por problema na escola B

Problemas	Algoritmo da adição	Algoritmo da subtração	Repetição de nº do enunciado	Estratégia pessoal	Em branco	Total
P1	60%	0%	10%	25%	5%	100%
P2	15%	60%	10%	10%	5%	100%
P3	20%	50%	0%	20%	10%	100%
P4	10%	50%	10%	20%	20%	100%
P5	40%	10%	10%	5%	35%	100%
P6	60%	10%	5%	15%	20%	100%
P7	0%	60%	20%	0%	20%	100%
P8	15%	40%	0%	20%	25%	100%
P 9	0%	50%	0%	20%	30%	100%
P10	20%	40%	5%	10%	35%	100

Fonte: O autor, com base no relatório da pesquisa

Na referida turma, chamou-nos a atenção o número de ocorrências de situações deixadas em branco, 39 (trinta e nove) no total. Estas ocorrências apresentaram-se distribuídas da seguinte forma: 2 (duas) ocorrências no P3, 4 (quatro) no P4, 7 (sete) no P5, 4 (quatro) do P6, 4 (quatro) no P7, 5 (cinco) no P8, 6 (seis) no P9 e finalmente, 7 (sete) no Problema P10.

Estes resultados evidenciam que os alunos desta turma ainda apresentam uma dificuldade significativa na compreensão das situações aditivas, certamente pelo fato de que os enunciados dos problemas propostos apresentam estruturas diferentes das que estão habituados (situações prototípicas) de composição (relação parte-todo) e que geralmente os professores que ensinam matemática nos anos iniciais mais exploram.

Na escola C, também 20 alunos de 5º ano participaram da pesquisa e realizaram a atividade proposta, estes, na faixa etária de 10 a 11 anos. Ao analisar os protocolos de respostas na referida turma, verificamos que entre os esquemas de resolução, surgiram os mesmos 5 (cinco) tipos de estratégias, semelhantes aos das turmas A e B, variando apenas o número de ocorrências dessas estratégias entre as situações-problema do teste.

Tabela 3 – Percentual das Estratégias de solução por problema na escola C

Problemas	Algoritmo da adição	Algoritmo da subtração	Repetição de nº do enunciado	Estratégia pessoal	Em branco	Total
P1	70%	0%	15%	15%	0%	100%

P2	0%	80%	10%	10%	0%	100%
P3	50%	25%	0%	25%	0%	100%
P4	20%	50%	10%	15%	5%	100%
P5	40%	20%	0%	35%	5%	100%
P6	55%	15%	10%	10%	10%	100%
P7	15%	55%	10%	10%	10%	100%
P8	40%	30%	10%	10%	10%	100%
P 9	5%	50%	15%	20%	10%	100%
P10	30%	40%	5%	15%	10%	100%

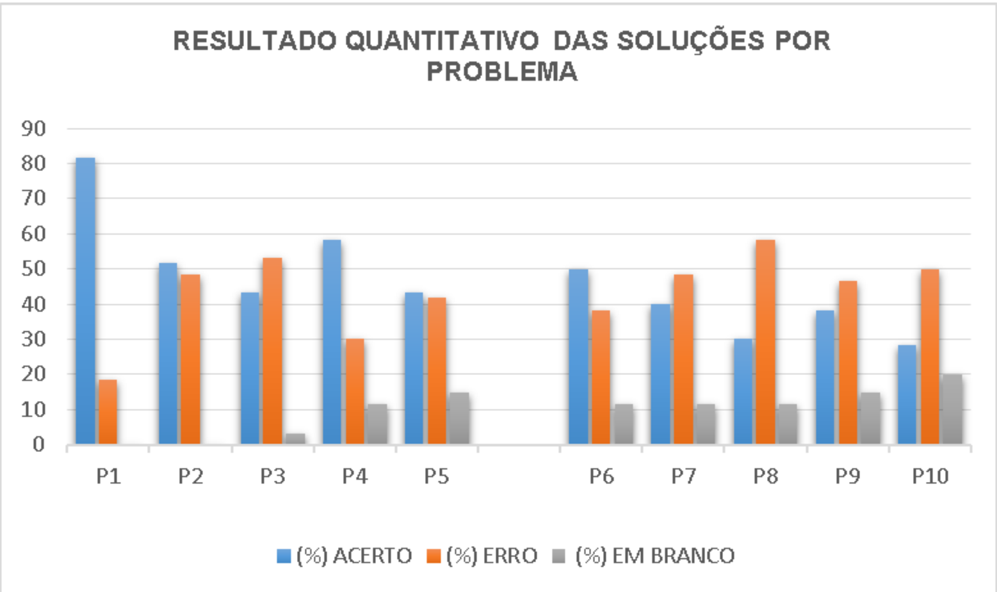
Fonte: O autor, com base no relatório da pesquisa

Na escola C os alunos apresentaram as mesmas categorias de estratégias das escolas anteriores, ou seja, algoritmo da adição; algoritmo da subtração; uso de números do enunciado; estratégia pessoal e também os casos em que deixaram os problemas em branco, sem esboçar qualquer registro de a tentativa de responder à questão.

De maneira semelhante às turmas analisadas anteriormente, nos casos dos problemas protótipos P1 e P2 a maioria dos alunos da turma conseguiu identificar a operação adequada para resolver os referidos problemas. No P1 70% escolheram corretamente a adição para solucionar o problema e 80% no P2 escolheram adequadamente a subtração. Nos demais problemas, a exemplo das outras turmas, houve uma divergência considerável entre os alunos sobre a escolha da operação ou procedimento a ser usado na solução das questões.

Já em relação ao desempenho, apresentamos no gráfico 1, os resultados alcançados pelos 60 alunos participantes da pesquisa, considerando as categorias de correção: acerto, erro e situações deixadas em branco.

Gráfico1–Porcentagem das soluções dos problemas quanto ao resultado



Fonte: O autor, com base no relatório da pesquisa

Estes percentuais de desempenho apresentados no gráfico 1 apontam que existe uma lacuna a ser preenchida no tocante à compreensão e domínio dos problemas aditivos pelos alunos.

O número de acertos dos alunos, no geral, foi considerado baixo, pois em apenas três problemas P1, P2 e P3 os alunos ultrapassaram a casa dos 50% de acertos. Sendo os problemas P8 e P10 os casos em que houve as menores taxas de acertos apenas 30% e 28,3% respectivamente. Nestes casos, somadas as taxas de erro e as situações deixadas em branco, os percentuais chegam a ultrapassar a casa dos 70%. Isto mostra que a aprendizagem dos alunos neste campo, mesmo ao final do segundo ciclo do EF (5º ano), ainda está muito distante do ideal.

Vergnaud (2014) explica-nos que as dificuldades em solucionar corretamente os problemas vão além da realização do cálculo numérico, surgindo principalmente na compreensão do cálculo relacional envolvido na situação-problema.

Assim, os erros observados nos protocolos de respostas dos alunos foram agrupados em três categorias: I – erro no cálculo numérico, II – erro no cálculo relacional, e III – as situações deixadas em branco, consideradas aqui, também como um procedimento de "erro", representando as situações em que os alunos não esboçaram nenhum registro de solução.

O erro no *cálculo numérico*, são aqueles em que o aluno comete equívocos na contagem, arma a conta de maneira incorreta, ou erra ao efetuar o algoritmo da operação por ele escolhida na solução do problema, entre outros (SANTANA, 2012).

Já nos erros cometidos no *cálculo relacional*, incluem-se os procedimentos que se referem às "operações do pensamento" inerentes à Estrutura Aditiva, Santana (2012). Os esquemas de solução desenvolvidos pelos alunos no instrumento diagnóstico da pesquisa, apresentaram 4 (quatro) diferentes tipos de procedimentos errôneos, que se enquadram nesta categoria de erro: uso da operação inversa (o mais recorrente); repetição aleatória de números dos enunciados; tratamento da comparação como composição; e resolução pela metade.

A Tabela 4 apresenta o percentual dos diferentes tipos de erro de cada grupo de alunos por escola no teste diagnóstico, instrumento da pesquisa.

Tabela 4 – (%) Percentual dos diferentes tipos de erro por escola

ESCOLA	CÁLCULO NUMÉRICO	CÁLCULO RELACIONAL	EM BRANCO	Total
A	33%	56,4%	10,6%	100%
B	26,9%	36,1%	37%	100%
C	36,9%	53,3%	9,8%	100%
Total	32,4%	48,5%	19,1%	100%

Fonte: O autor, com base no relatório da pesquisa

Ao analisar a tabela 4, verifica-se que a maior incidência de erros se enquadra no tipo de erro no cálculo relacional, com 48,5% das ocorrências no total, seguido do erro no cálculo numérico com 32,4% das ocorrências e 19,1% foram casos de situações deixadas sem respostas, denominadas como a categoria em branco. Estes resultados revelam que os alunos apresentaram maior dificuldade em estabelecer as relações entre os dados dos problemas para então, descobrir qual operação deveria ser usada na solução. Assim, os dados revelam que embora as operações de adição e subtração sejam trabalhadas durante toda etapa dos anos iniciais, algumas dificuldades conceituais persistem, podendo perdurar por todo o Ensino Fundamental (ETCHEVERRIA, 2010).

Um caminho viável para a superação desta realidade é desenvolver o ensino da adição e subtração, por meio da resolução de problemas, abordando toda a variedade de situações possíveis dentro do contexto das estruturas aditivas (ONUCHIC, 1999); (MAGINA *et al* 2001; 2008), pois o domínio de um campo conceitual exige uma variedade de situações e cada situação apresenta vários conceitos (VERGNAUD, 2014).

Considerações finais

Tendo em vista que o objetivo principal deste trabalho foi investigar as estratégias de resolução de problemas aditivos de alunos do 5º ano do EF de escolas públicas Vilelenses, notadamente, o trabalho abordou problemas de adição e a subtração envolvendo as ideias de composição, transformação e comparação. Tal objetivo foi atingido satisfatoriamente, pois conseguimos mapear as principais estratégias esboçadas pelos alunos na solução dos problemas, conforme ilustrado nas tabelas 1, 2 e 3 que evidenciam que as estratégias utilizadas foram: uso dos algorítitmos formais da adição e da subtração; repetição aleatória de números dos enunciados; estratégia pessoal e a opção por deixar as questões em branco – sem nenhum esboço de respostas.

Quanto aos objetivos específicos da pesquisa, conforme delineados na introdução desta dissertação, todos foram comtemplados, pois, discutimos conforme almejado, sobre o papel da resolução de problemas enquanto recurso metodológico de ensino-aprendizagem matemática, recorrendo a um referencial teórico plausível e consistente, por exemplo Dante (2010); Polya (1995); Onuchic (1999); Allevato e Onuchic (2014), além dos PCNs (BRASIL, 1997; 1998) e a BNCC (BRASIL, 2017), entre outros. Conseguimos explorar o campo aditivo na perspectiva da teoria dos campos conceituais, conforme havíamos proposto.

Os resultados alcançados revelaram que mesmo ao final dos anos iniciais do EF (5ºano), os alunos ainda demonstram bastante dificuldade no trato com situações do Campo Aditivo. Ainda que o aporte teórico da TCC de Gérard Vergnaud (1996) enfatize que o domínio de um determinado campo conceitual exige um certo espaço de tempo, não significa que não se possa alcançar melhores resultados nesta etapa de escolarização.

A investigação demonstrou ainda que a medida que as complexidades dos problemas aditivos aumentam pelo avanço nas extensões, consequentemente o percentual de acerto diminui, ou seja, quanto mais complexa sua estrutura, menor a taxa de acerto. Contudo apesar de reconhecermos o aumento no grau de complexidade dos problemas pelo avançar das extensões, tais dificuldades podem ser superadas, com boas sequências de ensino que comtemplem a diversidade dos problemas, para que os alunos consigam avançar no processo de conceitualização (VERGNAUD 1996); (MAGINA *et al.*, 2001; 2008).

Observamos também, que os erros cometidos foram de duas categorias principais, erros no cálculo numérico 32,4¨%, e erros no cálculo relacional (48,5%). Isto mostra que as dificuldades não se resumem apenas em armar e resolver as contas, mas sobretudo em compreender as relações que são estabelecidas entre os dados dos enunciados dos problemas. Diante deste cenário, é importante que os professores que ensinam matemática procurem explorar também os significados dos erros dos alunos, tentando descobrir o que está por trás de tal procedimento, agindo com intervenções pedagógicas para levar o aluno a superar suas dificuldades.

Acreditamos que o presente estudo trará contribuições pertinentes às discussões cientifico-acadêmicas, podendo ser útil também aos professores que ensinam matemática e, de maneira especial, aos que atuam nos anos iniciais do EF.

Como sugestão para prosseguimento deste estudo, recomendamos uma análise da percepção, compreensão e abordagem do tema em sala de aula, por parte dos professores que ensinam matemática nos anos iniciais. Acreditamos ainda, que um processo de formação continuada possa contribuir para melhorar o ensino-aprendizagem do campo aditivo nos anos iniciais do EF.

Referências

ALLEVATO, Gomes; ONUCHIC, Lourdes de la Rosa. Ensino-Aprendizagem-Avaliação de Matemática: porque Através da Resolução de problemas? In: ONUCHIC, Lourdes de la Rosa *et al. Resolução de problemas*: teoria e prática. São Paulo: Paco Editoria, 2014.

BARDIN, L. *Análise de conteúdo*. Lisboa: Edições 70, 2010.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros Curriculares Nacionais*: Matemática. Brasília, 1997.

BRASIL. Secretaria da Educação Fundamental. *Parâmetros Curriculares Nacionais*: 3º e 4º ciclos do Ensino Fundamental: Matemática. Brasília, 1998.

BRASIL. Ministério da Educação e Cultura. *Base Nacional Comum Curricular (BNCC)*: Educação é a Base. Brasília, 2017.

CRESWELL, John W. *Projeto de pesquisa*: métodos qualitativo, quantitativo e misto. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

DANTE, Luiz Roberto. *Formulação e resolução de problemas de matemática*: teoria e prática. São Paulo: Ática, 2010.

ETCHEVERRIA, T. Cristina. Investigando o campo aditivo em problemas elaborados por professoras dos anos iniciais. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, CULTURA E DIVERSIDADE, 10., 2010, Salvador. *Anais*... Salvador: [s. n.], 2010.

MAGINA, Sandra *et al*. *Repensando a adição e subtração*: contribuições da teoria dos campos conceituais. São Paulo: PROEM, 2001.

MAGINA, Sandra *et al*. *Repensando a adição e subtração*: contribuições da teoria dos campos conceituais. 3. ed. São Paulo: PROEM, 2008.

ONUCHIC, Lourdes de la Rosa. Ensino-aprendizagem de matemática através da resolução de problemas. In: BICUDO, Maria (Org.) *Pesquisa em educação matemática: concepções e perspectivas*. São Paulo: UNESP, 1999. p. 199-218.

POLYA, George. *A arte de resolver problemas*. Rio de Janeiro, Interciência, 1995.

POLYA, George. *A arte de resolver problemas*. São Paulo: Interciência, 2006.

POZO, Juan Ignacio (Org.). *A solução de problemas*: aprender a resolver, resolver para aprender. Porto Alegre: Artmed, 1998.

SANTANA, Eurivalda Ribeiro dos Santos. *Adição e subtração*: o suporte didático influencia a aprendizagem do estudante? Ilhéus, BA: Editus, 2012.

SMOLE, Kátia Stocco; DINIZ, Maria Ignez. *Resolução de problemas nas aulas de matemática*. Porto Alegre: Penso 2016. (6).

VERGNAUD, Gérard. A teoria dos campos conceituais. In: BRUN, Jean. *Didáctica das matemáticas*. Lisboa: Instituto Piaget, 1996. P. 155-191.

VERGNAUD, Gérard. *A criança, a matemática e a realidade*: problemas do ensino da matemática na escola elementar. Curitiba: Editora da UFPR, 2014.

YIN, Robert K. *Estudo de caso*: planejamento e métodos. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.