

Prova Paraná: a resolução de situações-problema de estruturas multiplicativas

Ana Claudia Olekszyzen

Secretaria de Estado de Educação do Paraná
União da Vitória — PR, Brasil

✉ claudiaolek@seed.pr.gov.br

ORCID [0000-0001-6893-473X](https://orcid.org/0000-0001-6893-473X)


Clélia Maria Ignatius Nogueira


Universidade Estadual do Paraná
Maringá — PR, Brasil

✉ voclelia@gmail.com

ORCID [0000-0003-0200-2061](https://orcid.org/0000-0003-0200-2061)



2238-0345 

10.37001/ripem.v13i1.3233 

Recebido • 12/10/2022

Aprovado • 23/02/2023

Publicado • 28/03/2023

Editor • Gilberto Januario 

Resumo: O presente trabalho tem como objetivo apresentar os resultados de uma investigação qualitativa a partir do raciocínio e dos procedimentos mobilizados por estudantes do 5º ano do Ensino Fundamental de uma escola pública de União da Vitória — PR ao resolverem situações-problema de estruturas multiplicativas, utilizando como referencial a Teoria dos Campos Conceituais de Gérard Vergnaud. As informações e registros foram coletados de três instrumentos de avaliação diagnóstica — Prova Paraná. Dentre alguns aspectos, percebeu-se que há forte dependência no campo das estruturas aditivas com relação às estratégias de resolução apresentadas pelos estudantes em situações-problema, destacando a necessidade de aprofundar as rupturas e as continuidades existentes entre adição e multiplicação de acordo com o que se propõe os aspectos de aprendizagem da Educação Matemática.

Palavras-chave: Campo Conceitual Multiplicativo. Prova Paraná. Ensino Fundamental.

Paraná Test: the resolution of problem situations of multiplicative structures

Abstract: The present study aims to show the results of an qualitative investigation to from the logic and procedures organized by students of the 5th year of the elementary level of education education of a public school in União da Vitória — PR when solving problem situations of multiplicative structures, using as a reference the Theory of Conceptual Fields of Gerard Vergnaud. Information and records were collected from three assessment diagnosis instruments — Paraná Test. Among some aspects, it was noticed that there is a strong dependence on the field of additive structures in relation to the resolution strategies presented by the students in problem situations, highlighting the need to deepen the ruptures and continuities between addition and multiplication, according to what is proposed by the learning aspects of the mathematics education.

Keywords: Multiplicative Conceptual Field. Paraná Test. Elementary School.

Prueba de Paraná: la resolución de situaciones problemáticas de estructuras multiplicativas

Resumen: El presente trabajo tiene como objetivo presentar los resultados de una investigación cualitativa basada en el razonamiento y los procedimientos movilizados por los estudiantes del 5º grado de la escuela primaria de una escuela pública de la União da Vitória — PR al resolver situaciones problemáticas de estructuras multiplicativas, utilizando como referencia la Teoría de los Campos Conceptuales de Gérard Vergnaud. La información y los registros fueron

recolectados de tres instrumentos de evaluación diagnóstica — Prova Paraná. Entre algunos aspectos, se observó que existe una fuerte dependencia en el campo de las estructuras aditivas en relación con las estrategias de resolución presentadas por los estudiantes en situaciones problemáticas, destacando la necesidad de profundizar las rupturas y continuidades existentes entre la suma y la multiplicación, de acuerdo con lo que se propone los aspectos de aprendizaje de la Educación Matemática.

Palabras clave: Campo Conceptual Multiplicativo. Prueba Paraná. Escuela Primaria.

1 Introdução

Os indicadores de qualidade de ensino baseiam-se numa visão ampla de qualidade educativa que perpassam a prática pedagógica, a avaliação, o ensino, a aprendizagem, a gestão escolar democrática, a formação inicial e continuada dos professores e, por fim, as condições de trabalho dos profissionais da escola, além do clima escolar, o acesso e a permanência dos alunos na instituição (Freitas, 2007). Nesse contexto, considerar indicativos advindos de avaliações externas possibilita um olhar sobre a atual situação da educação escolar, de forma generalizada.

De acordo com o Sistema de Avaliação do Ensino Básico (Saeb), houve avanço da universalização do Ensino Fundamental, mas, em contrapartida, segundo os resultados das macroavaliações, a qualidade da escolarização das nossas crianças e adolescentes vem sofrendo retrocesso (Brasil, 2017). Corroborando essa ideia, alguns autores afirmam que, em todas essas avaliações, os resultados apontam para um baixo desempenho dos alunos e enfatizam que “investigar o desempenho dos estudantes também se justifica se considerarmos os resultados de qualquer uma das macroavaliações feitas no Brasil” (Magina, Merlini & Santos, 2012, p. 2).

O resultado do Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (Ideb) da 4ª série/5º ano do Ensino Fundamental da Rede Estadual de Ensino do Paraná¹, em sua última amostragem, foi de 6,8, ultrapassando a meta projetada para essa etapa de escolarização, que tinha a previsão de 6,7 para o ano de 2019. Ainda segundo a pesquisa, para a mesma rede de ensino no que se refere à 8ª série/9º ano, o Ideb foi o mesmo indicado como meta projetada: 5,1. Entretanto, ao se considerar o resultado apresentado para a 3ª série do Ensino Médio, percebe-se que não houve avanço, pois a meta delineada para 2019 estava prevista para 4,9 e o resultado obtido foi de 4,4. Ou seja, para o Ensino Fundamental, tanto Anos Iniciais quanto Anos Finais, as metas projetadas foram atingidas, diferenciando-se do Ensino Médio, para o qual a meta ficou aquém do esperado.

O quadro apresentado pelo Estado do Paraná não difere significativamente dos resultados nacionais, para os quais tem-se Ideb de 6,1 para Anos Iniciais do Ensino Fundamental; 4,7 para Anos Finais do Ensino Fundamental e 3,9 para o Ensino Médio.

Desde a sua criação, as avaliações em larga escala estão relacionadas às funções de controle e monitoramento de ações e de investimentos públicos pelas secretarias nacional, estaduais e municipais. Em cada rede de ensino, as avaliações assumem características e formatos próprios, tendo em vista os diferentes níveis educacionais.

Nessa perspectiva, nos últimos anos, a busca por fornecer informações relacionadas à aprendizagem dos estudantes vem repercutindo nas decisões sobre o papel das avaliações externas para tomadas de decisão em diferentes níveis educacionais, desde as secretarias de educação até os professores em sala de aula. Conforme destaca Vianna (2003, p. 43), “as avaliações apontam problemas, mas não os solucionam; outros caminhos deverão ser

¹ Disponível em: <http://ideb.inep.gov.br/resultado>; acesso em 19 mar. 2022.

perseguidos”. As avaliações em larga escala têm contemplado a área de Matemática, acompanhadas de orientações pedagógicas que buscam desafiar a gestão escolar e os professores em propostas que visem a melhora da aprendizagem dos discentes.

Nesse contexto, tendo em vista o desempenho dos estudantes de sua rede de ensino nos últimos anos, a Secretaria de Estado da Educação e do Esporte do Paraná (SEED) lançou, no início do ano de 2019, um sistema próprio de avaliação diagnóstica, a Prova Paraná, com o intuito de investigar e analisar de que forma pode haver contribuições para o desenvolvimento da capacidade e interesse dos estudantes em avaliar sua própria aprendizagem, tornando-o sujeito de seu próprio conhecimento, além de intervir nas dificuldades de ensino e de aprendizagem (Paraná, 2019).

A Prova Paraná é uma avaliação diagnóstica que teve, inicialmente, como objetivo, identificar as dificuldades apresentadas por cada um dos estudantes, apontando conhecimentos desenvolvidos nos processos de ensino e de aprendizagem nas disciplinas de Língua Portuguesa e Matemática. Em 2020 houve uma ampliação das disciplinas/áreas avaliadas no escopo dos testes, as quais passaram a integrar, também, os conteúdos de Ciências, História, Geografia, Língua Inglesa e as áreas de Ciências Humanas e Ciências da Natureza. Além disso, para o referido ano, a partir da primeira edição, foi realizada a aplicação da prova de Língua Inglesa, com exceção dos 5º e 6º anos do Ensino Fundamental e da Educação de Jovens e Adultos (EJA). Diferente das demais avaliações externas, que não possuem a função de acompanhamento dos estudantes individualmente, a Prova Paraná tem caráter diagnóstico individual e contínuo, com uma proposta de pautar as ações pedagógicas em evidência sobre os processos de aprendizagem (Paraná, 2019).

Vários fatores — sejam eles de ordem social ou cultural — influenciam nos resultados apontados pelos estudantes: a formação dos professores e suas concepções; o currículo adotado nas escolas; dentre outros. Saber analisar os resultados das avaliações para refletir sobre as práticas pedagógicas da escola e aprimorar o ensino e a aprendizagem é ainda um desafio (Magina, Merlini & Santos, 2012).

Conforme explicitam os autores, os baixos desempenhos apresentados por estudantes submetidos a avaliações de Matemática representam “a soma de fatores ligados às questões sociais e culturais, passando pelas afetivas e se encontrando com os aspectos cognitivos” (Magina, Merlini & Santos, 2012, p. 2). Corroborando essa concepção, Gitirana, Magina, Spinillo e Campos (2014) destacam que a influência conjunta de alguns fatores relacionados às características da criança — por exemplo, a idade; a escolaridade; as experiências sociais com a Matemática, bem como questões inerentes à complexidade do tipo de problema ou do conceito envolvido — “influenciam, fortemente, as maneiras como os alunos resolvem os problemas multiplicativos” (Gitirana *et al.*, 2014, p. 92).

Nesse contexto, a fim de melhor compreender as dificuldades apresentadas pelos estudantes, este estudo está delimitado pelos aspectos cognitivos evidenciados na resolução de situações-problema que envolvem estruturas multiplicativas presentes na Prova Paraná, a partir da ótica do Campo Conceitual Multiplicativo de Vergnaud (2009), fazendo uso, também, dos estudos de Gitirana *et al.* (2014).

De acordo com esse referencial, uma vez que este campo é base para a construção de conhecimentos matemáticos posteriores, entendendo como conhecimento tanto as habilidades quanto as informações expressas, Vergnaud (1996) afirma não se tratar de uma teoria didática. Contudo, ela se constitui em uma ferramenta poderosa para a construção de diagnóstico dos estudantes, a partir da análise das estratégias por eles adotadas diante de situações-problema.

É durante a resolução de situações-problema que o conceito passa a ter sentido para o discente, que pode já possuir a competência para resolvê-las ou, ainda, demandar desenvolver novos esquemas. De acordo com Vergnaud (1996, p. 180), “um esquema é uma totalidade organizada, que permite gerar uma classe de condutas diferentes, em função das características particulares de cada uma das situações da classe à qual se dirige”. Assim, é fundamental compreender como os alunos raciocinam ao resolverem situações-problema que envolvem conceitos do campo das estruturas multiplicativas, pois, de acordo com Gitirana *et al.* (2014, p. 93), “a possibilidade de um mesmo problema ser resolvido de diferentes maneiras — apropriadas ou inapropriadas — é, sem dúvida, uma faceta importante e instigante da resolução de problemas”.

De acordo com estudos em Vergnaud (2009), Gitirana *et al.* (2014, p. 24) destacam que o Campo Conceitual Multiplicativo ou estruturas multiplicativas, para além das operações de multiplicação e divisão, “envolvem muitos conceitos, como: fração, funções linear, bilinear, e não linear, composição de funções lineares, razão, taxa, proporção, espaço vetorial, análise dimensional, combinação, produto cartesiano, área, volume, isomorfismo, entre outros”. Segundo Vergnaud (2009), as situações-problema desse campo conceitual podem ser de multiplicação ou de divisão, dependendo da incógnita envolvida, e diferem com relação ao nível de dificuldade que apresentam para sua resolução. Em outras palavras, deve ser levada em consideração a natureza das relações proporcionais, considerando, ainda, a necessidade de fazer a inversão mental da multiplicação para a divisão, bem como do significado assumido pela operação, que requer diferentes raciocínios. O autor enfatiza que, para dominar a multiplicação e a divisão, é necessário que o estudante seja capaz de resolver diferentes tipos de situação e de compreender os conceitos nelas envolvidos.

Sob a ótica da Teoria dos Campos Conceituais (TCC), o Campo Conceitual Multiplicativo (Vergnaud, 1993) — que é foco desta pesquisa — consiste em numerosas classes de problemas que “podem ser identificadas segundo a forma da relação multiplicativa, segundo o caráter discreto ou contínuo das quantidades em jogo, segundo as propriedades dos números utilizados” (Vergnaud, 2009, p. 260). Para o pesquisador, diferentes conceitos matemáticos estão associados a essas situações, e a variação destas contribui para a aprendizagem.

Numa perspectiva de desenvolvimento da aprendizagem, “as concepções surgem das ações realizadas pelo estudante ao interagir com as situações” (Gitirana *et al.*, 2014, p. 38), e a depender do grau de complexidade de cada situação, é necessário um maior investimento cognitivo do discente. Segundo Magina, Santos e Merlini (2014, p. 519), “é o interagir com esse conjunto de situações que requerem distintos raciocínios que culminará com a apropriação e expansão do campo conceitual multiplicativo”.

As complexidades dos tipos de situação-problema foram definidas em uma escala elaborada por Gitirana *et al.* (2014) a partir de situações elementares, consideradas como prototípicas da multiplicação, para as quais não são atribuídas dificuldades para sua resolução, passando para 1ª extensão e aumentando gradativamente, chegando até a 4ª extensão. Essa classificação foi definida com base em análises no desempenho de estudantes ao resolverem situações de estruturas multiplicativas.

Segundo as autoras, as situações-problema prototípicas são fundamentais para a introdução de conceitos matemáticos. Contudo, considerar o ensino apenas nessa tipologia de situações pode limitar os estudantes à repetição dos mesmos raciocínios e procedimentos (Gitirana *et al.*, 2014).

Para dominar as estruturas multiplicativas, o aluno precisa ser capaz de resolver diversas situações-problema, pois, segundo Vergnaud (2009), o conhecimento emerge a partir da

resolução de problemas, e “para a formação de um conceito é necessário interagir com ele numa diversidade de situações” (Magina, Merlini & Santos, 2012, p. 3). Ou seja, para o domínio de diversos conceitos de naturezas distintas, é preciso ter contato com diferentes situações, por mais simples que estas se apresentem.

Ainda, uma situação-problema pode variar em complexidade, de acordo com uma diversidade de fatores como grandezas discretas ou contínuas, medidas explícitas ou não e, ainda, dependendo do significado assumido pela operação conforme a estrutura de cada situação. Logo, os tipos de raciocínio requeridos para sua resolução variam, considerando que “em cada categoria de problema, há diversos fatores que podem deixá-lo mais simples ou mais complexo — como é o caso do valor desconhecido, se o problema é direto ou inverso” (Gitirana *et al.*, 2014, p. 124). Dessa forma, a compreensão dos estudantes acerca das relações envolvidas nas situações é essencial, pois só então efetiva-se a resolução em nível de cálculo numérico.

No entanto, é sabido que, a fim de proporcionar o progressivo domínio dos estudantes em um campo conceitual — em destaque nesta pesquisa o Campo Conceitual Multiplicativo — é fundamental criar situações propícias de desenvolvimento cognitivo para não correr o risco de mantê-los em níveis mais elementares de aprendizagem. Isso porque “as concepções dos alunos são moldadas pelas situações com que eles se deparam” (Vergnaud, 1996, p. 76). Logo, os conhecimentos dos alunos são delineados a partir de sua interação com tais situações de forma progressiva, essencial para a conceitualização (Vergnaud, 2009).

Nesse sentido, ao se esgotarem as dificuldades para resolver uma classe de problemas significa que o discente desenvolveu competência para tal e pode ser exposto a novas situações. Considerando essas premissas, para que os estudantes ampliem suas concepções sobre o Campo Conceitual Multiplicativo, é necessário contemplar diferentes eixos e classes nas situações propostas a eles.

Sendo assim, é fundamental o conhecimento, por parte dos professores, das classes de situações-problema pertencentes às estruturas multiplicativas, a fim de promover ampliação do conhecimento dos alunos, principalmente sobre multiplicação e divisão. Assim, na perspectiva de analisar os resultados obtidos por estudantes de 5º ano do Ensino Fundamental pertencentes a uma escola da Rede Municipal de União da Vitória, buscamos investigar a tipologia das situações, principalmente com relação à primeira edição da Prova Paraná², na qual havia um quantitativo de discentes que apresentavam um desempenho aquém do esperado para essa etapa de escolarização.

2 Procedimento metodológico

A pesquisa busca identificar e classificar as situações-problema de estruturas multiplicativas presentes na Prova Paraná nas três edições realizadas em 2019. Inicialmente, optou-se por averiguar os resultados da questão de número 20, frente à análise das respostas de 17 alunos participantes, presente no caderno de provas utilizado na primeira edição da Prova Paraná, que aconteceu em 13 de março de 2019. A escolha por essa questão foi devido ao baixo desempenho apresentado pelos estudantes, atingindo um percentual de acertos menor que 20%. O instrumento de avaliação diagnóstica analisado é composto por 40 questões de múltipla escolha, das quais 20 são de Língua Portuguesa e 20 são de Matemática.

Para organização dos protocolos, foi elaborado um código para cada estudante, contendo uma letra e um número, os quais identificam, respectivamente, o aluno e a ordem cronológica

² Este artigo faz parte de uma dissertação de Mestrado escrita pela primeira autora e orientada pela segunda, bem como da participação delas em um Simpósio Latino-Americano.

utilizada para a resolução de cada situação-problema.

Os estudantes A9, A10, A12, A13 e A17 foram desconsiderados da análise, pois apenas assinalaram o gabarito, não apresentando quaisquer observações que representassem seus raciocínios de resolução. De antemão, destacamos que A8, A11 e A14 tiveram resposta análoga à de A1, assim como A15 e A16 apresentaram o mesmo esquema de resolução referente ao estudante A3.

Considerando a Matriz de Referência utilizada na Prova Paraná, o descritor *D20* se refere a *Resolver problema com números naturais, envolvendo diferentes significados da multiplicação*. Por meio desse descritor, pode-se avaliar a habilidade de o estudante resolver diferentes situações que apresentam ações de juntar, comparar, subtrair, multiplicar, dividir e operar com mais de um cálculo aritmético.

A situação-problema inicialmente apresentada aos estudantes se refere a: “Um hotel tem 2 andares de estacionamento. Cada andar tem 6 setores e em cada setor existem 7 vagas. Quantas vagas há, ao todo, no estacionamento desse hotel?” (Paraná, 2019, p. 11). Reafirmamos, aqui, que o resultado obtido pelos estudantes na solução da situação-problema Q20, cerca de 15,78% na 1ª edição da Prova Paraná realizada em 2019, indica um desempenho aquém do esperado para alunos nessa etapa de escolaridade. Esse resultado também evidencia que a maioria dos estudantes considerados não compreende as relações multiplicativas presentes nesse tipo de situação.

Segundo a classificação de Vergnaud (2009), tal situação se refere a uma relação quaternária, eixo Proporção Múltipla, classificado como de 3ª extensão³, conforme Gitirana *et al.* (2014), o que lhe confere um grau de dificuldade significativo para sua resolução ao considerar estudantes do Ensino Fundamental, pois o nível de complexidade varia de acordo com as relações a serem compreendidas em cada situação e pela operação a ser utilizada (Vergnaud, 2009).

Assim, diante do preocupante contexto apresentado pelo desempenho dos estudantes do 5º ano do Ensino Fundamental em resolver a questão 20, após essa primeira análise, buscamos investigar, também, as questões presentes nas 2ª e 3ª edições ocorridas em 2019, nos meses julho e novembro. No recorte das situações-problema que envolviam estruturas multiplicativas, os alunos responderam a três situações referentes a 2ª edição, sendo as situações de nº 4, 7 e 16, e quatro situações referentes a 3ª edição, de nº 3, 9, 13 e 17, conforme segue a próxima seção.

3 Discussão dos resultados referentes à Questão Q20 — 1ª edição

De posse dos dados da investigação, buscamos apresentar e discutir alguns procedimentos que os estudantes adotaram para resolver tais situações-problema. No entanto, foram excluídas da análise as situações que solicitavam somente procedimentos/algoritmos envolvendo as operações de multiplicação e divisão, bem como os problemas mistos, por envolverem conceitos de estruturas aditivas, pois não eram foco deste estudo.

O estudante A1 não apresenta a resposta esperada para a situação-problema, de acordo com o procedimento que utiliza em sua resolução (Figura 1). Observa-se que ele faz uso de todos os números identificados no enunciado como parcelas de uma adição, evidenciando não compreender a operação solicitada na situação. Portanto, esse esquema indica a não compreensão por parte do estudante das relações existentes entre as quantidades apresentadas

³ Classificação das extensões dos tipos de problemas multiplicativos aplicados em pesquisa realizada com estudantes (Gitirana *et al.*, 2014, p. 90).

na situação e, conseqüentemente, na escolha da operação.

Figura 1: Resolução do aluno A1

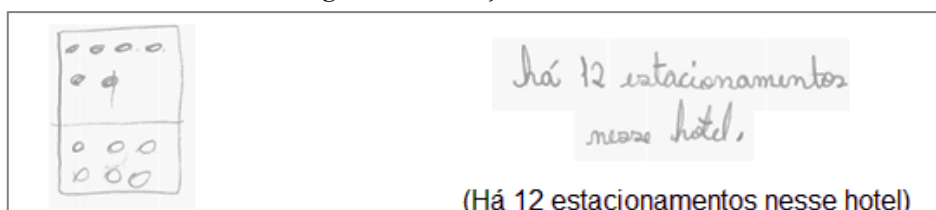


Fonte: Adaptado de Caderno de Provas — Prova Paraná 1ª edição (2019)

Assim, a natureza dos erros identificados refere-se especialmente ao fato de que o participante realizou a operação de adição envolvendo os fatores encontrados no enunciado.

No caso da Figura 2, podemos inferir que o estudante compreendeu parcialmente a situação. Ele faz uso de dois “retângulos” para representar dois andares, e em cada um destes, a presença de “seis bolinhas” como a representação de seis setores. Contudo, omite uma das informações apresentadas no enunciado, a grandeza “sete vagas”, o que compromete seu sucesso na resolução.

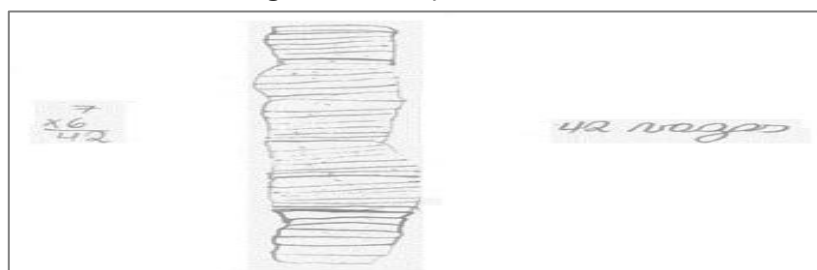
Figura 2: Resolução do aluno A7



Fonte: Adaptada do Caderno de Provas — Prova Paraná 1ª edição (2019)

No protocolo seguinte, além do uso da operação de multiplicação como esquema de solução (Figura 3), o estudante A3 optou por utilizar traços horizontais agrupados de forma a representar os setores e as vagas. Ao fazer uso de seis contornos (quantidade de setores) para conjuntos de sete “retângulos” (quantidade de vagas), responde de forma parcialmente correta, pois relaciona apenas duas grandezas, deixando de lado a grandeza andares, fundamental para o sucesso de seu raciocínio. Nesse contexto, o discente parece buscar, no desenho ou na representação pictórica, a certificação de que a operação da multiplicação realizada está correta e demonstra compreender o estabelecimento da relação *um para muitos*. Outro fato que chama a atenção no esquema apresentado é a operação registrada à esquerda e o desenho à direita, posição e direção que usamos na escrita convencional para iniciar e finalizar um raciocínio.

Figura 3: Resolução do aluno A3



Fonte: Adaptada do Caderno de Provas — Prova Paraná 1ª edição (2019)

De acordo com a Figura 4, as formas de resolução utilizadas caracterizam-se pelo emprego da operação de multiplicação, expressa simbolicamente por meio de seu procedimento algorítmico. Nesse sentido, o estudante A4 responde corretamente utilizando o que era esperado para sua resolução.

Figura 4: Resolução do aluno A4

Fonte: Adaptada do Caderno de Provas — Prova Paraná 1ª edição (2019)

Destacamos os protocolos dos estudantes A5 e A6 (Figura 5), pois ambos apresentaram a estratégia que utiliza duas operações, uma do campo aditivo e outra do campo multiplicativo, porém, para essa etapa de escolaridade, o esperado para resolução da situação-problema era a utilização de apenas o raciocínio multiplicativo.

Figura 5: Resolução do aluno A5 e A6, respectivamente

Fonte: Adaptada do Caderno de Provas — Prova Paraná 1ª edição (2019)

A pesquisa aponta que os estudantes investigados, em sua maioria, corroboram Gitirana *et al.* (2014, p. 100) quando afirmam que “a adição de parcelas repetidas é um procedimento de resolução que se aproxima dos cálculos matemáticos que a escola deseja promover”. E nesse esquema de resolução há um maior domínio dos estudantes sobre os sistemas simbólicos próprios da linguagem matemática. Também, percebe-se a continuidade do Campo Conceitual Aditivo por meio da adição de parcelas repetidas utilizada pelos estudantes para resolver situações-problema do Campo Conceitual Multiplicativo.

4 Análises realizadas nas situações presentes na 2ª e 3ª edições

Nesta etapa da pesquisa participaram 10 estudantes matriculados no 5º ano. Foram analisadas as resoluções de acordo com os esquemas que cada um apresentou. De antemão, informamos que o aluno B4 foi desconsiderado da análise por não apresentar registro de resolução, apenas respostas nos campos específicos. As questões apresentadas no Quadro 1 foram retiradas do instrumento diagnóstico Prova Paraná — 2ª edição, 2019.


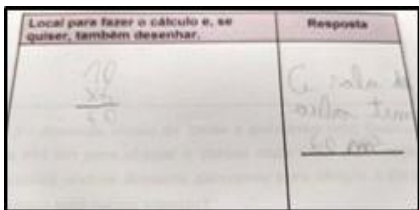
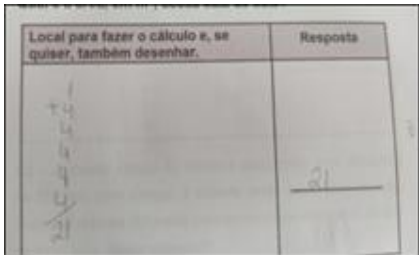

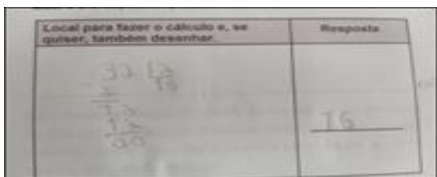
Quadro 1: Resolução da situação-problema/2ª edição

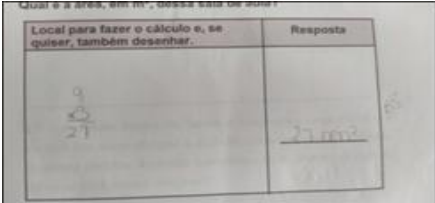
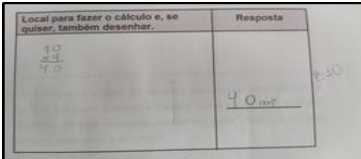
1. Questão de nº 4 - Fábio é dono de um mercado. Ele mandou fazer 1209 folhetos com as promoções e os dividiu igualmente em 3 suportes na entrada do mercado. Quantos folhetos ficaram em cada suporte desse mercado? (Paraná, 2019).					
B1, B2, B3, B5, B6, B7, B8, B9 e B10	Os protocolos de todos os estudantes investigados apresentaram a mesma resolução, conforme consta no quadro ao lado. Podemos observar que os alunos identificam a operação solicitada no problema e fazem uso do procedimento adequado para sua resolução, de acordo com o esperado para essa etapa de escolaridade.				
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Local para fazer o cálculo e, se quiser, também desenhar.</th> <th>Resposta</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> </td> <td>403</td> </tr> </tbody> </table>	Local para fazer o cálculo e, se quiser, também desenhar.	Resposta		403	
Local para fazer o cálculo e, se quiser, também desenhar.	Resposta				
	403				

Fonte: Elaboração Própria

Percebemos que todos os estudantes responderam a questão de maneira correta, sem apresentar qualquer outra forma de representação. De acordo com Gitirana *et al.* (2014, p. 58), é um problema prototípico pertencente ao eixo Proporção Simples — classe *partição*, e nesse tipo de situação o valor correspondente a certa quantidade é conhecido e o que se busca é o valor que corresponde a uma unidade. Para as autoras, sua resolução de forma apropriada inicia-se por volta do 4º ano do Ensino Fundamental, ou seja, “nesse período, as formas de resolução adotadas caracterizam-se pelo emprego da operação de divisão, que é expressa simbolicamente por meio de seu procedimento algorítmico” (Gitirana *et al.*, 2014, p. 97).

Quadro 2: Resolução da situação-problema/2ª edição

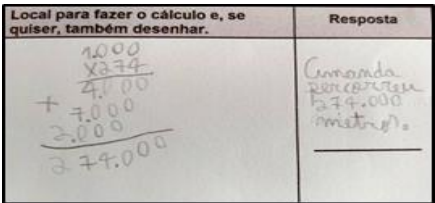
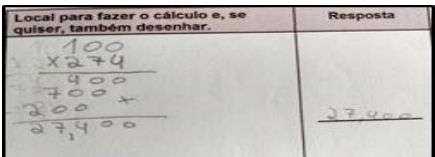
<p>2. Questão de nº 7 — Na malha quadriculada abaixo está representada a sala de aula onde Sara estuda. O lado de cada quadradinho dessa malha equivale a 1m. Qual é a área, em m², dessa sala de aula? (Paraná, 2019).</p>	
	
<p>B1, B3 e B7</p> 	<p>Embora os estudantes identifiquem a operação e o procedimento adequados e utilizam o mesmo raciocínio, não consideram a parte hachurada da figura, a qual define suas dimensões. Contudo, podemos inferir que esses discentes compreendem o conceito de área.</p>
<p>B2</p> 	<p>Fica evidente que o aluno B2 não compreende a ideia da operação envolvida no problema. Percebe-se que ele realiza a soma de algumas linhas demonstradas na repetição do valor correspondente a menor dimensão apresentada, indicando que trabalha no campo aditivo, além de incluir o número 1 como parte do problema, indicando que utiliza os dados numéricos do enunciado e da figura de apoio do enunciado.</p>
<p>B5</p> 	<p>O estudante identifica a ideia da operação solicitada e realiza procedimento esperado, utilizando, ainda, a unidade de medida de acordo com a pergunta do problema. Percebe-se que associa o conceito de área à multiplicação das dimensões apresentadas na figura, bem como demonstra o procedimento de cálculo adequado.</p>
<p>B6</p> 	<p>O protocolo do estudante B6 apresenta a resposta correta “número 32”, contudo, ao dividir por 2, obtém 16 como resposta. Nesse sentido, podemos inferir que o aluno não compreende o conceito de área.</p>

<p>B8</p> 	<p>Podemos inferir que o estudante B8 compreende o conceito de área de acordo com a operação utilizada, contudo, assim como B1, B3 e B7, podemos inferir que seu erro se apresenta ao definir as dimensões da figura.</p>
<p>B10</p> 	<p>Semelhante ao protocolo do estudante B8, o estudante B10 identifica a operação requerida e realiza adequadamente o procedimento necessário. Contudo, ao definir a medida maior da sala de aula, considera 10 unidades ao invés de 8, o que invalida sua resposta.</p>

Fonte: Elaboração Própria

Segundo Gitirana *et al.* (2014), essa situação-problema configura-se como Produto Cartesiano — classe *área*, de complexidade identificada como 2ª extensão, não compreendida pela maioria dos estudantes antes do 6º ano do Ensino Fundamental. De acordo com as análises das respostas identificadas, conforme a resolução de B8, B1, B3, B7 e B10, alguns estudantes parecem ter noção do conceito de área, utilizando a operação adequada, contudo, apresentam erro ao definir as dimensões da figura. Ainda, B2 apresenta uma tendência em compreender que deve utilizar os dados apresentados no enunciado, trabalhando no campo aditivo, sem considerar o significado envolvido no contexto do problema. Tendo em vista que B3, B7 e B9 não apresentaram resolução para esta situação-problema, foram desconsiderados da análise.

Quadro 3: Resolução da situação-problema/2ª edição

<p>3. Questão de nº 16 — Amanda viajou de férias e percorreu uma distância de 274 km para chegar à cidade onde seus pais moram. Quantos metros Amanda percorreu para chegar à cidade de seus pais nessa viagem? (Paraná, 2019).</p>	
<p>B1, B2, B6, B8, B9 e B10</p> 	<p>Fica evidente, de acordo com os protocolos apresentados pela maioria dos alunos investigados, a compreensão da operação requerida para resolver a situação-problema, bem como os procedimentos de cálculo condizentes com a operação solicitada.</p>
<p>B5</p> 	<p>Semelhante à maioria dos alunos, nessa situação, o aluno compreende a operação e o procedimento necessários, contudo, seu erro se apresenta ao considerar a relação de equivalência de quilômetros e metros, o que invalida sua resposta.</p>

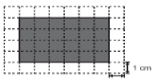

Fonte: Elaborado pelas autoras.

A situação-problema apresentada no Quadro 3 configura-se em situação prototípica pertencente ao eixo Proporção Simples — classe *um para muitos* —, para o qual Gitirana *et al.* (2014, p. 56) afirmam que “a quantidade que se relaciona à unidade é dada (o valor da unidade) e se deseja saber o valor correspondente à segunda grandeza de mesma espécie”. No entanto, nesse tipo de situação, o valor desconhecido pode variar. Ainda, nesse caso em específico, o aluno deve compreender o conceito de transformação entre unidades de medidas considerando

que 1 quilômetro equivale a 1000 metros, para então prosseguir o cálculo do problema. Assim, é preciso ponderar que o fato de a medida de unidade de uma das grandezas desse problema não ser explícita pode representar um fator de dificuldade para sua resolução.

A situação-problema abaixo (Quadro 4) foi retirada da 3ª edição realizada em 2019 e por ser análoga à situação 7 (Quadro 2), identificamos a partir das resoluções de alguns estudantes os mesmos tipos de raciocínio já apresentados, como a adição de parcelas repetidas, a utilização de todos os dados do problema, etc. Por esse motivo não foram trazidas novamente para discussão, com exceção dos estudantes B1, B7, B8 e B10.

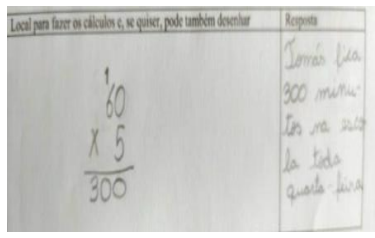
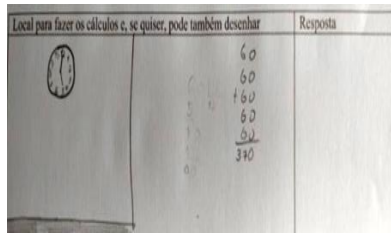
Quadro 4: Resolução da situação-problema/3ª edição

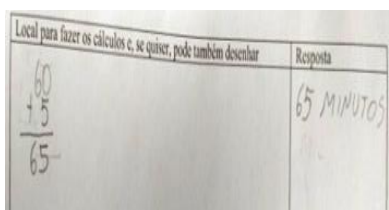
<p>1. Questão de nº 3 — Uma gráfica utilizou papéis personalizados para produzir convites para um cliente. O formato e as dimensões de cada convite estão representados em cinza na malha quadriculada abaixo.</p>	
	<p>Quantos centímetros quadrados de papel, no mínimo, essa gráfica utilizou para fazer cada um desses convites? (Paraná, 2019).</p>
<p>B1, B7, B8 e B10</p> 	<p>Os estudantes identificam a operação necessária para resolver a situação, contudo, podemos inferir que o valor 12 utilizado deriva da soma dos lados maiores (“6 + 6”). Gitirana <i>et al.</i> (2014, p. 114) destacam que “[...] muitos optam por adicionar o comprimento de um dos lados ao comprimento de outro”, confundindo a noção de área com a de perímetro.</p>

Fonte: Elaboração Própria

O Quadro 4 exemplifica mais uma situação prototípica pertencente ao eixo Proporção Simples — classe *um para muitos*.

Quadro 5: Resolução da situação-problema/3ª edição

<p>2. Questão de nº 9 — Toda quarta-feira Tomás permanece na escola por 5 horas. Durante quantos minutos Tomás permanece na escola nas quartas-feiras? (Paraná, 2019).</p>	
<p>B1, B3, B5, B8</p> 	<p>Os estudantes demonstram compreender a operação e realizam o algoritmo adequadamente, além de utilizarem o campo destinado à resposta para descrevê-la. Também demonstram compreender a relação entre as grandezas, horas e minutos, fundamental para o sucesso da resolução.</p>
<p>B7</p> 	<p>O estudante B7 utiliza a representação de um desenho (relógio) e demonstra compreender que 5 horas correspondem à soma das parcelas equivalentes aos minutos relativos à uma hora, contudo, raciocina de acordo com o campo aditivo.</p>

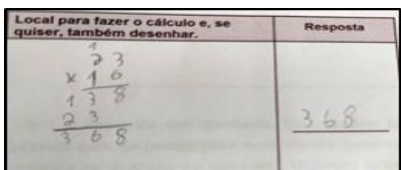
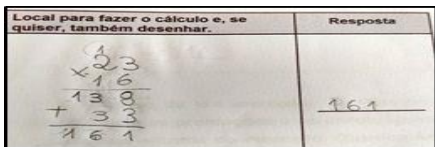
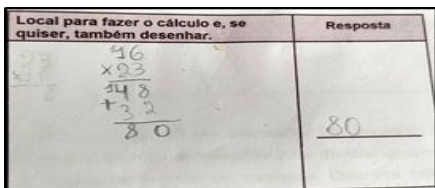
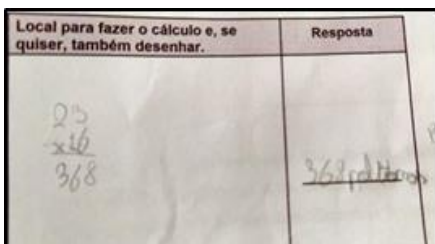
<p>B9</p> 	<p>O esquema utilizado pelo estudante apresenta a operação de adição, demonstrando que não compreende a operação adequada para resolver a situação apresentada. Contudo, ao evidenciar o número 60, demonstra ter noção da relação entre as grandezas envolvidas na situação, horas e minutos.</p>
---	--

Fonte: Elaboração Própria

O estudante B6, assim como B7, traz uma representação pictórica ao apresentar a figura de um relógio para sua resolução, e no campo resposta define que 5 horas correspondem a 310 minutos, sem apresentar quaisquer tipos de cálculo utilizados.

Podemos perceber que, mais uma vez, os estudantes B2 e B10 chegam à resposta esperada utilizando a soma de parcelas repetidas. Segundo Magina, Santos e Merlini (2014, p. 13), “tal estratégia aproxima-se do pensamento multiplicativo, mas está ancorada no raciocínio aditivo, isto é, formar grupos de mesma quantidade para então efetuar a operação de adição”.

Quadro 6: Resolução das situações-problema/3ª edição


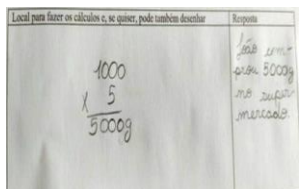
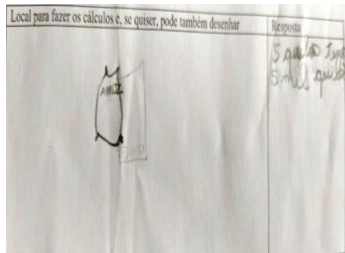
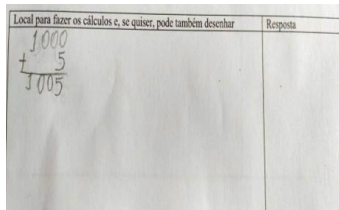
<p>3. Questão de nº 13 — Em uma sala de cinema, as poltronas são distribuídas em fileiras. Cada uma das 16 fileiras possui 23 poltronas. Quantas poltronas no total há nessa sala de cinema? (Paraná, 2019).</p>	
<p>B1, B2, B5, B6, B9 e B10</p> 	<p>Pelos protocolos apresentados fica evidente que mais da metade dos estudantes identificam a operação necessária e realizam o procedimento de forma adequada.</p>
<p>B3</p> 	<p>Inicialmente, o estudante apresenta o raciocínio correto, identificando a ideia envolvida, demonstrando compreender a operação necessária para resolver a situação-problema. Contudo, ao utilizar os dados no algoritmo da multiplicação apresenta, erro procedimental.</p>
<p>B7</p> 	<p>O protocolo deste estudante se assemelha ao utilizado pelo estudante B3. Embora faça uso da operação adequada para resolver a situação-problema, apresenta erro procedimental ao realizar o algoritmo da multiplicação, apesar de parecer compreender a operação apropriada para sua resolução.</p>
<p>B8</p> 	<p>Novamente, o estudante demonstra perceber a ideia envolvida na situação-problema utilizando a operação adequada. No entanto, ao realizar o algoritmo da multiplicação, em sua resolução ou pela falta dela, pode-se observar que esta não reflete o resultado apontado. Sabe-se que é importante considerar os procedimentos próprios dos estudantes, contudo, essa análise fica comprometida ao considerar os registros do estudante B8.</p>

Fonte: Elaboração Própria

A situação-problema apresentada no Quadro 6 configura-se como Proporção Simples — classe *um para muitos*. Percebe-se que todos os protocolos demonstrados nessa situação-problema apresentam a ideia da operação adequada, o que era esperado para a situação. Entretanto, alguns erros procedimentais foram identificados nos protocolos dos alunos B3 e B7 ao realizarem de forma equivocada o algoritmo da operação definida corretamente. Nesse sentido, Gitirana *et al.* (2014, p. 117) caracterizam como erro procedimental e não erro conceitual e afirmam que “os erros conceituais diferem daqueles denominados ‘erros de cálculo’, que dizem respeito a falhas decorrentes da computação dos dados, mas que nem sempre indicam dificuldades na compreensão do conceito”.

O Quadro 7 apresenta mais uma situação-problema pertencente ao eixo Proporção Simples — classe *um para muitos*, para a qual são apresentados os esquemas de resolução dos estudantes. Outro aspecto observado é que o valor unitário correspondente a uma unidade, uma grandeza não foi informado, devendo ser inferido pelos alunos, fato que aumenta o grau de dificuldade para a resolução da situação-problema, pois exige dos estudantes conhecimentos implícitos, conforme segue:

Quadro 7: Resolução das situações-problema/3ª edição

<p>4. Questão de nº 17 — Observe o desenho do produto que João comprou no supermercado.</p>  <p>Quantos gramas de arroz João comprou nesse supermercado? (Paraná, 2019)</p>	
<p>B1, B3, B5 e B8</p> 	<p>Os estudantes demonstram compreender a operação solicitada para resolver a situação-problema e utilizam o procedimento desejado para esta etapa de escolaridade, além de estabelecerem corretamente a relação entre as grandezas gramas e quilogramas.</p>
<p>B6</p> 	<p>O estudante não apresenta esquema para resolução da situação-problema, contudo, relaciona no campo destinado à resposta a ideia de equivalência entre as quantidades ao escrever “5 quilos e 5 mil quilos”. Nesse sentido, podemos inferir que o aluno não consegue expressar corretamente os termos adequados existentes entre as grandezas envolvidas: quilogramas e gramas.</p>
<p>B9 e B7</p> 	<p>O esquema utilizado pelos estudantes apresenta a operação de adição, demonstrando não compreenderem a operação adequada para resolver a situação. Todavia, ao evidenciar o número 1000, revelam ter noção da relação entre as grandezas envolvidas, relativas a gramas e quilogramas.</p>

Fonte: Elaboração Própria

Conforme observado anteriormente, além dos protocolos apresentados no Quadro 7, mais uma vez o procedimento do campo conceitual aditivo é identificado, pois o estudante B2 apresenta resposta correta para a situação utilizando a adição de parcelas repetidas.

5 Considerações finais

Os resultados obtidos, de acordo com os registros analisados, apontam que a maioria dos estudantes compreende o campo multiplicativo como uma extensão ou continuidade do campo aditivo, reduzido à adição de parcelas repetidas. Ainda, as dificuldades tornam-se mais evidentes pela complexidade das situações-problema e pela compreensão dos enunciados, bem como pela forma de traduzi-los em uma operação matemática adequada para resolução. Segundo Vergnaud (2009), as dificuldades apresentadas por estudantes frente às situações que demandam a operação de divisão para sua resolução não se restringem somente ao domínio dos algoritmos, concernente à complexidade da regra operatória desse tipo de operação, mas se estendem à compreensão das relações nelas envolvidas.

Embora o crescimento no desempenho dos estudantes seja significativo nas três edições da Prova Paraná realizadas em 2019, quando identificados os tipos de situações, a partir de suas estruturas, foi possível perceber que não se tratava de situações com o mesmo nível de complexidade para sua resolução. Pelo contrário, o grau de complexidade identificado se apresenta em ordem decrescente, considerando o esforço cognitivo demandado para resolver cada situação. Esses dados revelam que os estudantes considerados apresentam conhecimentos prévios acerca das estruturas multiplicativas que lhes permitem resolver situações que demandam tipos de raciocínio mais elementares.

Também, torna-se evidente, em conformidade com Vergnaud (1996), a necessidade de o professor conhecer as situações do ponto de vista conceitual e estrutural do campo multiplicativo. Dessa forma, ao trabalhar com situações para as quais os estudantes ainda não elaboraram os esquemas necessários, proporciona-se a reflexão, a busca por outras formas de resolução e novas descobertas. Todavia, o avanço conceitual no campo multiplicativo por meio da elaboração de novos esquemas será alcançado pela diversidade de situações apresentadas aos discentes.

Assim, ao analisar os registros de estruturas do pensamento dos estudantes frente às situações-problema apresentadas e, sobretudo, pelos erros cometidos nesses tipos de situações, torna-se possível identificar formas de pensar próprias dos alunos. Essas evidências podem contribuir significativamente para atuação, principalmente dos professores em busca de ferramentas e estratégias pedagógicas.

Referências

- Brasil. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. (2017). *Sistema de Avaliação da Educação Básica*. Brasília, DF: MEC/SEF.
- Freitas, D. N. T. (2007). *Avaliação da Educação Básica no Brasil*. Campinas, SP: Autores Associados.
- Gitirana, V.; Magina, S.; Spinillo & A. Campos, T. M. M. (2014). *Repensando a multiplicação e divisão: contribuições da Teoria dos Campos Conceituais*. São Paulo, SP: PROEM.
- Magina, S. M. P.; Santos, A. & Merlini, V. L. (2014). O raciocínio de estudantes do ensino fundamental na resolução de situações das estruturas multiplicativas. *Ciência e Educação*, 20(2), 517-533.
- Magina, S.; Merlini, V. & Santos, A. (2012). A Estrutura Multiplicativa sob a ótica da Teoria dos Campos Conceituais: uma visão do ponto de vista da aprendizagem. In: *Anais do 3º Simpósio Internacional de Pesquisa em Educação Matemática* (pp. 1-12). Fortaleza, CE.
- Paraná. Secretaria de Estado da Educação. (2019). *Prova Paraná*. Curitiba, PR.

- Vergnaud, G. (1993). Teoria dos Campos Conceituais. In: *Anais do I Seminário Internacional de Educação Matemática* (pp. 1-26). Rio de Janeiro, RJ: UFRJ.
- Vergnaud, G. (1996). A trama dos campos conceituais na construção dos conhecimentos. *Revista do GEMPA*, 4(4), 9-19.
- Vergnaud, G. (2009). *A criança, a Matemática e a realidade: problemas de ensino da matemática na escola elementar*. Curitiba, PR: Editora da UFPR.
- Vianna, H. M. (2003). Fundamentos de um programa de avaliação educacional. *Estudos em Avaliação Educacional*. 28(1), 23-28.