

Proposição de problemas por estudantes do 5º ano: uma análise da complexidade dos problemas

RESUMO

A proposição de problemas matemáticos tem sido objeto de pesquisas recentes, analisando diferentes aspectos que mobilizam a atividade em sala de aula e promovem o envolvimento dos estudantes. Neste artigo tem-se o intuito de compreender como estudantes do 5º ano do Ensino Fundamental interpretam a demanda de criar um problema fácil, um moderado e um difícil, tendo uma tabela de dados como elemento disparador. Para tanto, foi desenvolvido um estudo de natureza qualitativa, a partir de uma prática educativa de proposição de problemas desenvolvida com 33 estudantes, na qual foi solicitado que propusessem problemas de diferentes níveis de dificuldades para seus colegas resolverem. Os resultados do estudo de caso decorrente dessa prática indicam que os estudantes relacionam o nível de dificuldade à operação envolvida no problema, à quantidade de operações que precisam ser realizadas e à grandeza dos números. Segundo esses parâmetros, a complexidade dos problemas foi avançando conforme o nível de dificuldade solicitado aos elaboradores. Porém, assim como indicado e avaliado pelos colegas que resolveram os problemas, o nível de dificuldade não foi substancialmente ampliado do problema fácil para o médio, mas a qualidade dos problemas melhorou consideravelmente nos problemas difíceis.

PALAVRAS-CHAVE: Proposição de Problemas. Resolução de Problemas. Ensino de Matemática.

Norma Suely Gomes Allevato
normallev@gmail.com
orcid.org/0000-0001-6892-606X
Universidade Cruzeiro do Sul
(UNICSUL), São Paulo, São Paulo,
Brasil.

Janaina Poffo Possamai
janainap@furb.br
orcid.org/0000-0003-3131-9316
Universidade Regional de Blumenau
(FURB), Blumenau, Santa Catarina,
Brasil.

INTRODUÇÃO

A Proposição de Problemas tem sido indicada nas aulas de Matemática como possibilidade para ampliar e aprofundar os significados atribuídos à Resolução de Problemas (ALLEVATO; POSSAMAI, 2022; BRASIL, 2018, NCTM, 2020), tanto com o intuito de desenvolver aspectos formativos quanto como atividade proeminente para a aprendizagem matemática.

A pesquisa que trata dessa temática ainda é recente (CAI, 2022; CAI; HWANG, 2020; POSSAMAI; ALLEVATO, 2023), especialmente no que tange à discussão da natureza complexa de ensinar utilizando a Proposição de Problemas. Nesse sentido, existe a necessidade de análises cuidadosas acerca de como diferentes atividades podem impactar de forma produtiva na aprendizagem matemática.

Em atividades de proposição de problemas, os estudantes são encorajados a criar problemas que são pessoal e socialmente significativos para eles, em contraste com os tipos de problemas matemáticos normalmente encontrados em livros didáticos (CRESPO, 2015), ou propostos pelos professores em sala de aula.

Além disso, segundo Bonotto (2013), a proposição de problemas:

[...] torna-se uma oportunidade de interpretação e análise crítica da realidade, uma vez que: (1) os estudantes precisam discernir dados significativos de dados imateriais; (2) precisam descobrir as relações entre os dados; (3) precisam decidir se as informações em seu poder são suficientes para resolver o problema; e (4) precisam investigar se os dados numéricos envolvidos são numericamente e/ou contextualmente coerentes. (BONOTTO, 2013, p. 40, tradução nossa)

Nessa área de pesquisa, um questionamento que ainda demanda extensa investigação é: como aumentar o nível de demanda cognitiva, fazendo com que os estudantes criem problemas de maior complexidade? Essa é uma perspectiva a ser pensada e considerada ao planejar uma atividade de proposição de problemas, no sentido de os estudantes avançarem para além de problemas triviais e para que os objetivos pretendidos pelo professor nesse tipo de atividade sejam atingidos.

Nesse contexto, este artigo tem como objetivo compreender como estudantes, de duas turmas do 5º ano do Ensino Fundamental, interpretam a demanda de criar um problema fácil, um moderado e um difícil tendo uma tabela de dados como elemento disparador.

Com essa finalidade, o presente artigo está estruturado de modo que, na sequência, discute-se os elementos que constituem uma prática educativa envolvendo proposição de problemas; apresenta-se a caracterização metodológica da pesquisa; na sequência o relato e análise dos dados.

PROPOSIÇÃO DE PROBLEMAS: ELEMENTOS DISPARADORES E *PROMPT*

Uma atividade de proposição de problemas é constituída de um elemento disparador que consiste na informação a partir da qual o estudante deve propor

o problema (uma imagem, uma equação, enunciados incompletos, entre outros) e de um *prompt*, que é o comando no qual o professor informa o que se espera com a atividade (POSSAMAI; ALLEVATO; STRELOW, 2023).

A escolha do elemento disparador tem relação com o objetivo pedagógico pretendido pelo professor para a atividade, pois pode direcionar ou não o conteúdo matemático envolvido nos problemas propostos pelos estudantes, possibilitando que se encaminhe a atividade para algum aspecto específico da aprendizagem matemática ou para o desenvolvimento de aspectos formativos.

Elementos disparadores que não remetem a um objeto de conhecimento matemático específico – como uma imagem de um parque de diversões, um tema de interesse, um conjunto genérico de dados, por exemplo – são mais adequados para o desenvolvimento de aspectos formativos, como a criatividade e a criticidade, para melhorar o interesse pela Matemática e para possibilitar que os estudantes expressem seus interesses e vivências nos problemas propostos.

Por outro lado, Possamai; Allevato e Strelow (2023) afirmam:

Para atividades de proposição de problemas que tenham como objetivo avaliar a compreensão matemática dos estudantes em relação a determinado conteúdo ou procedimento ou a partir das quais se deseja construir novas aprendizagens, são mais indicados pontos de partida mais estruturados, fornecendo uma expressão matemática, um problema a ser continuado ou modificado, por exemplo. (POSSAMAI; ALLEVATO; STRELOW, 2023, p. 5)

Além de escolher, ou aceitar dos estudantes, um elemento disparador, o professor precisa estabelecer um *prompt*. Nossas pesquisas têm mostrado que o *prompt* se constitui de um elemento sensível e importante a ser estabelecido, pois ele direciona e pode condicionar o tipo de problema que os estudantes proporão. Nesse aspecto, Cai (2022), ressalta que a situação [elemento disparador] e o *prompt* podem influenciar tanto o foco matemático quanto o nível de desafio ou engajamento afetivo na atividade de proposição de problemas. Além disso, o significado atribuído pelos estudantes ao *prompt* depende também da configuração anterior da atividade (ZHANG; CAI, 2021).

Se for indicado que o estudante deve criar e resolver o problema, desencadear-se-á uma reflexão a respeito do que ele sabe ou não resolver, analisando quais conteúdos foram aprendidos e quais ainda lhe são desafiadores. Em geral, ocorre que se o próprio estudante resolverá o problema que criou, o grau de complexidade do problema será reduzido, pois ele tenderá a configurar o problema de tal modo que se sinta confortável para resolvê-lo. Por outro lado, se no *prompt* o professor indica que o problema será resolvido pelo colega ou por outra pessoa, o professor por exemplo, os estudantes envolvem-se mais facilmente na proposição de problemas de maior complexidade, podendo avançar para problemas que, por vezes, nem eles mesmos sabem resolver (SILVER, 1994).

O grau de complexidade dos problemas propostos depende, além da configuração da atividade, indicada pelo elemento disparador e *prompt* fornecidos, também da base de conhecimento matemático do propositor. Por isso, uma mesma atividade pode ter resultados substancialmente diferentes quando utilizada em níveis escolares distintos. Quanto maior o arcabouço

matemático do propositor, certamente maior a possibilidade de apresentar problemas de maior complexidade.

Além disso, as experiências do propositor com a Resolução de Problemas também influenciam na qualidade dos problemas apresentados. Não raro, os estudantes tendem a utilizar a bagagem constituída nessas experiências pregressas como exemplos de protótipos a serem considerados nos problemas a serem elaborados. Kilpatrick (1987), enfatiza que o professor, no entanto, é parte fundamental do ambiente em sala de aula, podendo engajar ou limitar o ato criativo na proposição de problemas.

Também Koichu e Kontorovich (2013), ressaltam que a vivência dos estudantes com Resolução de Problemas impacta no seu desempenho em propor problemas. Tal desempenho será condicionado por sua capacidade de reconhecer a estrutura subjacente ao problema, de detectar estruturas correspondentes em problemas relacionados e de perceber situações matemáticas de maneiras diferentes. Ressalta-se que esses aspectos também podem limitar o desempenho dos estudantes que, tentando atender às expectativas que acreditam que o professor tenha, reproduzem os modelos tradicionais de problemas dos livros didáticos ou usualmente propostos pelo professor em sala de aula.

A referência à dificuldade do problema, quando o professor implementa essas atividades em sala de aula, pode ser incluída no *prompt*, como uma possibilidade de atrair os propositores a considerar uma variedade de problemas. Ao solicitar que os estudantes criem um problema fácil, um moderado e um difícil para um mesmo elemento disparador, ou que analisem um problema que propuseram e criem um mais interessante, o professor está potencialmente aumentando o nível de demanda cognitiva da atividade, criando oportunidades para que os estudantes avancem para além de problemas triviais (CAI; 2022; CAI *et al.*, 2022; SILVER; CAI, 1996).

Além disso, quando o estudante cria um problema fácil para si próprio, é necessário que reflita sobre quais conceitos ou procedimentos matemáticos ele sabe e com quais ainda tem dificuldades, gerando reflexões de natureza metacognitiva e levando-o a uma autoavaliação da aprendizagem e ao próprio professor, possibilitando captar indícios acerca dos níveis de compreensão dos estudantes sobre um conteúdo ou uma situação matemática. Nesse sentido, Cai e Hwang (2021, p. 1407, tradução nossa) ressaltam que “quando os estudantes geram uma sequência de problemas de dificuldade variada, eles são estimulados a se envolver mais profundamente com a matemática”.

Certamente, mais pesquisas são necessárias para avaliar os fatores que influenciam na qualidade dos problemas propostos pelos estudantes. Entretanto, as pesquisas já realizadas indicam a importância de se considerar essas questões ao estruturar atividades de proposição de problemas.

Esses aspectos, até aqui discutidos, serão considerados elementos que constituem o arcabouço que deu sustentação aos dados construídos e analisados no presente estudo. Assim, na seção a seguir apresenta-se a caracterização metodológica do estudo, explicitando o contexto da prática educativa que foi desenvolvida com o intuito de investigar a interpretação de “dificuldade” por parte dos estudantes que propuseram os problemas.

CARACTERIZAÇÃO METODOLÓGICA

Este estudo se caracteriza como uma pesquisa qualitativa, cuja maior preocupação está na atribuição de significados aos fenômenos investigados (AMADO; FREIRE, 2014), uma vez que visa compreender como estudantes, de duas turmas do 5º ano do Ensino Fundamental, interpretam a demanda de criar um problema fácil, um moderado e um difícil, a partir de um elemento disparador fornecido.

A prática educativa foi desenvolvida no primeiro semestre de 2023, com um total de 33 estudantes de duas turmas (matutino e vespertino) de duas escolas públicas municipais da cidade de Rodeio/SC. Em cada turma os estudantes foram organizados em grupos de 3 ou 4 integrantes cada, os quais receberam a demanda da professora, conforme indicado na Figura 1:

Figura 1 – Atividade de proposição de problemas entregue aos estudantes

Complete a tabela com as informações que estão faltando. Em seguida, crie três problemas para seus amigos resolverem:

2	12
5	20
7	32
9	80

1. Nível fácil
2. Nível Médio
3. Nível difícil

Fonte: Acervo de pesquisa (2023).

O elemento disparador da atividade constitui-se, nesse caso da tabela, sem identificação do significado dos dados que constam nas colunas; e o *prompt* solicita que os estudantes “criem problemas de três níveis de dificuldades para seus colegas resolverem”. Os estudantes trocaram os problemas e cada grupo resolveu os problemas criados pelo outro grupo. Adicionalmente, a professora solicitou que o grupo resolvidor registrasse se considerava os problemas fáceis ou difíceis e por qual motivo.

Entende-se que essa ação se caracteriza como um estudo de caso, pois ao conduzir a investigação com essas turmas não se tem intenção de produzir generalizações com o relato dos resultados, ou seja, de sugerir que outras turmas se igualem nos dados emergentes. Amado e Freire (2014, p. 124), ressaltam que “um dos aspectos que os estudos de caso têm em comum é a dedicação ao conhecimento e descrição do idiossincrático e específico como legítimo em si mesmo, logo o investigador não está preocupado com a generalização”.

Em um contexto mais amplo, este estudo de caso possibilitará analisar se os métodos utilizados na pesquisa são suficientes ou em quais aspectos podem ser

aperfeiçoados para compreender melhor como os estudantes interpretam a dificuldade do problema e como essa demanda os mobiliza para criar problemas de melhor qualidade, no sentido de serem mais exigentes cognitivamente ou de avançarem no que se refere aos conteúdos matemáticos.

Os instrumentos de construção de dados constituíram-se dos problemas elaborados pelos estudantes, da resolução realizada pelo outro grupo e da resposta ao questionamento que a professora fez ao grupo resolvidor, sobre o motivo pelo qual eles consideravam os problemas propostos como fáceis, moderados ou difíceis.

Como critérios de análise considerou-se os problemas elaborados pelos estudantes, investigando a relação entre o nível de dificuldade do problema (fácil, médio ou difícil), as operações matemáticas envolvidas na resolução e a grandeza dos números utilizados no enunciado. Também foi considerado o questionamento realizado pela professora ao grupo resolvidor, o qual teve que analisar se considerava os problemas fáceis ou difíceis e apresentar o motivo. A interpretação do grupo resolvidor, quanto ao problema ser caracterizado como fácil ou difícil, foi relacionada com os níveis de dificuldade: fácil, moderado ou difícil, considerados pelo grupo que propôs o problema. Ressalta-se que foram seguidos os princípios éticos na coleta de dados, no sentido da manutenção do anonimato dos alunos participantes e do respeito à sua liberdade na opção por participar ou não do estudo.

Na sequência, os resultados são discutidos com alguns problemas sendo selecionados para apresentação, de modo que se possa compreender a interpretação dos estudantes, frente a dificuldade dos problemas.

OS PROBLEMAS PROPOSTOS PELOS ESTUDANTES

A atividade de proposição de problemas teve duração de aproximadamente 2h30min em cada turma e, inicialmente, a discussão entre os estudantes envolvia a decisão sobre o significado dos dados de cada uma das colunas.

O Quadro 1 apresenta os rótulos atribuídos, por cada grupo, às colunas de dados fornecidos:

Quadro 1 – Rótulos atribuídos às colunas.

Grupo	1ª coluna	2ª coluna
1	Pessoas	Nº de dinheiro por pessoa
2	Nº de professores	Nº de alunos por professor
3	Nº de crianças	Nº de cartinhas cada um
4	Pessoas	Figurinhas
5	Criança/grupo	Brinquedos
6	Crianças	Figuras no total
7	Candidatos	Votos recebidos por candidato
8	Total de dias de chuva no mês	Total em ml
9	Mercados	Funcionários em cada mercado

Fonte: Acervo de pesquisa (2023).

Dos 9 grupos, 7 atribuíram como rótulo para a primeira coluna a quantidade de pessoas, associando com algo pertencente a essas pessoas na segunda coluna, conforme mostra o Quadro 1; dois grupos utilizaram outros elementos. O Grupo 5 indicou que a primeira coluna se referia às crianças, mas ao criar os problemas acrescentou o elemento “grupo”, na tabela, conforme se pode verificar na Figura 2.

Figura 2 – Problemas propostos pelo Grupo 5

crianças/grupo	Brinquedos
2	12
5	20
7	32
9	80

1. **Nível fácil:**

Quantos brinquedos o grupo 5 tem?
R20(Vinte)

2. **Nível médio:**

Quantos brinquedos no total, o grupo com 2 crianças e o grupo com 7 crianças tem?

$$\begin{array}{r} 32 \\ +12 \\ \hline 44 \end{array}$$
 R44 BRINQUEDOS

3. **Nível difícil:**

Se fossemos dividir todos brinquedos, em média quantos brinquedos daria para cada criança?

$$\begin{array}{r} 144 \overline{) 144} \\ \underline{144} \\ 006 \end{array}$$
 Em média + 32 + 5 + 7 + 9 = 53
 R53 BRINQUEDOS

Fonte: Acervo de pesquisa (2023).

Verifica-se no problema 1 – nível fácil que os estudantes interpretaram os dados da primeira coluna como a numeração atribuída aos grupos e nos problemas 2 – nível moderado e 3 – nível difícil como a quantidade de crianças em cada grupo. Talvez isso tenha sido feito pela necessidade de constituir problemas com diferentes níveis de dificuldades, sendo que o problema fácil consiste em apenas encontrar o valor correspondente na tabela, o moderado consiste em realizar uma soma e o último problema envolvia o entendimento de média aritmética. O grupo que resolveu os problemas registrou quanto ao problema 3: “Achamos difícil, pois tinha mais contas”.

Essas modificações configuram-se, também, como resultado do trabalho em grupo nas atividades de proposição de problemas, ao possibilitar que os estudantes discutam e negociem significados e avancem juntos na aprendizagem matemática, aprimorando a leitura, a interpretação e a escrita matemáticas, conforme afirma Kilpatrick (1987):

Quando os estudantes trabalham juntos, eles frequentemente identificam problemas que seriam perdidos se estivessem trabalhando sozinhos. Uma ideia mal formulada trazida por um estudante pode ser apresentada ao grupo e reformulada para produzir um problema frutífero. Com os outros, os estudantes participam de um diálogo que espelha o tipo de diálogo que os bons formuladores de problemas parecem ter consigo mesmos. (KILPATRICK, 1987, p. 141-142, tradução nossa).

Alguns grupos quiseram incluir mais dados, adicionando colunas ou linhas à tabela fornecida como elemento disparador, mas a professora solicitou que eles trabalhassem apenas com os dados fornecidos. Não obstante às orientações da professora e sentindo a necessidade de incluir informações, o Grupo 9 as adicionou no texto do problema 1, conforme mostra a Figura 3.

Figura 3 – Problemas propostos pelo Grupo 9

Mercados.	funcionários em cada mercado.
2	12
5	20
7	32
9	80

1. Nível fácil:
 Numa rua tem 2 mercados, em um bairro tem 5 mercados, em uma cidade tem 7 mercados e em Rodeio tem 9 mercados. Quantos mercados tem ao todo?

R = 23 mercados.

9
7
5
2
23

2. Nível médio:
 Em Rodeio tem vários mercados, em 2 mercados tem 12 funcionários cada, em mercados tem 20 funcionários cada, em 7 mercados tem 32 funcionários cada e em 9 mercados tem 80 funcionários. Quantos funcionários tem ao todo?

$10 \times 2 = 24$
 $20 \times 5 = 100$ Jam ao todo 1068 funcionários
 $30 \times 2 = 224$
 $80 \times 9 = 720$
 1068

3. Nível difícil:
 Os mercados e os funcionários decidiram fazer a conta se todos se junta-rem. Quantos funcionários há em todos os mercados?

R Sem 1068 funcionários ao todo!

Fonte: Acervo de pesquisa (2023).

Cabe reafirmar que os problemas foram propostos por um grupo de estudantes e, na sequência, resolvidos por outro grupo que também avaliou o nível de dificuldade do problema. Esse é um aspecto importante que impacta na

complexidade e na qualidade dos problemas propostos pelos estudantes que se engajam na atividade quando sabem que compartilharão suas produções e desafiar os colegas (SILVER, 1994).

Analisando a dificuldade dos problemas da Figura 3, o grupo resolvidor indicou em relação ao problema 1, que “Essa foi muito fácil, porque é só somar os mercados”; ao problema 2, que “Este problema foi meio difícil, pois tem várias contas” e para o problema 3, que “Esse foi difícil no começo, mas depois percebemos que era igual ao 2”.

Os registros desse e de outros grupos resolvidores sugerem que os problemas considerados fáceis pelos estudantes envolviam operação de adição, de subtração ou uma divisão por dois ou cinco. As justificativas apresentadas pelos grupos foram pautadas na operação realizada e no fato de ter apenas um cálculo para ser realizado: “Fácil porque só tinha que fazer uma subtração”; “Fácil porque nós só somamos para saber o resultado”; “Fácil porque tem pouca conta”.

Os problemas propostos no nível fácil revelam o potencial de acesso a esse tipo de atividade para todos os estudantes, pois a demanda de criar um problema é adaptável às habilidades de cada um, de tal forma que estudantes com diferentes níveis de compreensão e domínio da Matemática podem participar e propor problemas (CAI, 2022; POSSAMAI; ALLEVATO; STRELOW, 2023).

Os problemas médios envolviam a operação de multiplicação, aspecto apontado por cinco grupos; ou envolviam os números das últimas linhas da tabela, que eram de maior valor, conforme as justificativas de quatro grupos. Vários grupos consideraram os problemas de nível médio como fáceis de resolver e um grupo que resolveu um problema envolvendo apenas uma multiplicação, justificou: “Médio, tinha uma conta de vezes e eu fiz errado, mas com ajuda conseguimos”.

Percebe-se, com frequência, que ao solicitar que depois de um problema fácil seja criado um problema moderado, os estudantes propositores consideram que ao modificarem a operação de adição e subtração para a multiplicação aumentaram o nível de dificuldade, mesmo que, ainda assim, tenham sido considerados pelos colegas como problemas fáceis de resolver. Um dos grupos, ao resolver o problema 2, indicou que ele é “Fácil, porque a gente sabe a tabuada de 5 muito bem”.

Cai *et al.* (2022) ressaltam que a referência à dificuldade do problema pode ajudar os estudantes a pensar em uma variedade de problemas, engajando-os naturalmente na proposição de problemas de maior complexidade. Apesar disso, do ponto de vista da pesquisa, ainda não se tem clareza sobre quais são as motivações mais adequadas para se atingir um determinado grau de desafio ou para se alcançar os objetivos de aprendizagem específicos.

A Figura 4 apresenta um problema criado no nível 3 – difícil:

Figura 4 – Problema difícil proposto pelo Grupo 4

3. Nível difícil:

noni pessaar tem 80 figurinhas. Quanto figurinhas tem cada pessaar em média?

	7	
	700	
R: 08	- 7208	
	08	

Fonte: acervo de pesquisa (2023).

Verifica-se que o grupo criou um problema envolvendo divisão e utilizou os números da última linha da tabela de dados que eram números maiores. A análise do grupo resolvidor foi que “O problema 3 estava difícil porque fizemos a resposta, mas achamos que estava errada”.

Essa análise do grupo resolvidor ressalta a importância de os problemas propostos pelos grupos serem discutidos em sala de aula, de modo que se avance na aprendizagem matemática por meio da busca das resoluções corretas e de significados entre os colegas.

Os demais problemas de nível 3 – difícil, criados pelos estudantes, envolviam mais de uma operação para a resolução. A Figura 5 apresenta alguns desses problemas:

Figura 5 – Problemas difíceis, propostos pelos Grupos 1 e 2, respectivamente

3. Nível difícil:

9 pessoas foram há loja com R\$ 80,00 cada uma, gastaram R\$ 50,00 reais cada, quantos reais ficou cada uma? e quantos reais ficaram todas juntas?

80	50	80	720	80
	x 9	x 9	450	50
- 50			720	30
	450			

R- CADA UMA FICOU COM 30. TODAS AS JUNTAS FICARAM COM 270

3. Nível difícil:

2 professores tem 12 alunos cada, 5 professoras tem 20 alunos cada, 1 professoras tem 32 alunos cada e 9 professoras tem 80 alunos cada. quantos alunos tem os professores juntos?

	720	22 x 2 = 22
R: Os professores tem	648	20 x 5 = 100
alunos.	100	32 x 7 = 224
	24	20 x 9 = 180
	7068	

Fonte: Acervo de pesquisa (2023).

O primeiro problema foi proposto pelo Grupo 1, que utilizou apenas os números das últimas linhas da tabela, sendo considerado pelos resolvidores como “Um pouco mais difícil, porque tinha mais números e os números eram maiores”. O segundo problema foi proposto pelo Grupo 2, que envolveu todos os dados da tabela, e os colegas que resolverem avaliaram o problema como “Difícil, porque teve bastante conta”.

Verifica-se, tanto pela análise dos problemas elaborados quanto pela justificativa apresentada pelos grupos resolvidores, que os estudantes relacionam o nível de dificuldade à operação envolvida no problema, à quantidade de operações que precisam ser realizadas e à grandeza dos números. Números maiores configuram problemas mais difíceis; problemas com apenas uma operação, restritos à adição ou subtração, eram mais fáceis; e problemas com várias operações foram considerados difíceis.

A interpretação quanto ao nível de dificuldade do problema foi obtida por meio de um registro escrito, produzido por grupo resolvidor, porém percebe-se a necessidade, em pesquisas futuras, de realizar entrevistas com as crianças, de questioná-las para compreender mais profundamente os significados atribuídos. Além disso, sugere-se confrontar as percepções do grupo proponente do problema com as do grupo resolvidor sobre os entendimentos atribuídos e sentimentos relacionados aos níveis de dificuldade.

Destaca-se o problema difícil criado pelo Grupo 6, que acrescentou dados à tabela fornecida como elemento disparador, conforme mostra a Figura 6:

Figura 6 – Problema difícil proposto pelo Grupo 6

Crianças	Figuras no total
2	12
5	20
7	32
9	80

3. Nível difícil:
Cada criança tem um álbum, são necessárias 8 figurinhas para cada álbum. quantos álbuns temos ao todo, e quantas figuras faltam para completar todos os álbuns?

2	12	- 184	23 ÁLBUNS AO TODO
5	20	- 144	40 FIGURAS FALTAM PARA
7	32	040	COMPLETAR
9	80		
	144		

Fonte: Acervo de pesquisa (2023).

A complexidade desse problema, criado pelo Grupo 6, envolve a análise dos dados da tabela e seu significado, a interpretação dos dados do problema [cada criança tem um álbum] e a percepção de que há 2 perguntas que estão relacionadas [para saber quantas figuras faltam, é necessário saber a quantidade de álbuns que se tem]. Consideramos que esse é um problema com grande potencial para ser discutido com a turma toda, reforçando a importância de se trabalhar com a proposição de problemas em sala de aula. Segundo NCTM (2020):

Quando as crianças não podem perguntar ‘Por quê?’ ou compartilhar suas dúvidas, seu interesse e engajamento com a Matemática se tornam comprometidos. Entretanto, quando as crianças são encorajadas a fazer perguntas e propor seus próprios problemas matemáticos, as crenças sobre o que é a Matemática e como ela pode ser abordada podem ser poderosamente afetadas (NCTM, 2020, p. 49, tradução nossa).

Os dados da pesquisa sugerem que solicitar que os estudantes proponham um problema fácil, depois um moderado e um difícil possibilita que avancem na qualidade e na complexidade dos problemas propostos, o que é relevante e importante para a aprendizagem matemática.

Esse tipo de atividade permite que os estudantes tomem decisões envolvendo suas preferências, seus interesses e suas vivências aos problemas que propõem. Crespo (2015), enfatiza que a Proposição de Problemas está alinhada à transformação de uma sala de aula em um ambiente de aprendizagem que considera os estudantes como *co-designers* de suas experiências educacionais.

Além disso, destaca-se o potencial da proposição de problemas para produzir significado para as operações aritméticas (CAI, 2022), pois os estudantes foram capazes de criar e resolver problemas relacionados com situações da vida real, sem se preocupar com “palavras-chave” que remetessem ao cálculo a ser realizado.

Cabe salientar que outras possibilidades podem ser consideradas para promover a proposição de problemas de melhor qualidade, como pedir para que os colegas resolvidores analisem a qualidade dos problemas e apresentem suas análises aos propositores, dando a possibilidade de aprimorar seus problemas (BONOTTO, 2013; KOICHI; KONTOROVICH, 2013).

As análises aqui desenvolvidas suscitam um novo questionamento de pesquisa: se apenas fosse solicitado que eles criassem um problema a partir dos dados, qual seria a complexidade dos problemas? Para responder a esse e outros questionamentos, sugere-se que, em pesquisas e práticas docentes futuras, seja solicitado que os estudantes criem tantos problemas quantos conseguirem; ou que criem um problema e que, na sequência (sem informá-los antes), retomando-o, analisem o problema e criem outro mais interessante: que aspectos seriam agregados ao “novo” problema para que seja considerado mais interessante?

Ademais, é preciso entender quais são as consequências desses diferentes *prompts*, não apenas em relação à qualidade e à complexidade dos problemas propostos, mas também em relação aos objetivos pedagógicos pretendidos pelo professor com a atividade. Nesse aspecto, Zhang e Cai (2021) ressaltam que, além dos conhecimentos e experiência matemática dos propositores, o significado atribuído à atividade depende, também, em parte, da natureza e da configuração da tarefa.

No caso de ensino relatado e analisado neste artigo, depois que os grupos propuseram os problemas, eles trocaram os problemas e um outro grupo de estudantes resolveu esses problemas criados. Sendo assim, o grupo resolvidor analisou os problemas, registrando se achavam os problemas fáceis, moderados ou difíceis de serem resolvidos, justificando suas indicações. Na sequência, os problemas foram compartilhados e discutidos com a classe.

Salienta-se que essa prática pedagógica foi desenvolvida por uma professora em suas turmas do 5º ano do Ensino Fundamental, uma com 10 estudantes, que resultou em 3 grupos, e outra com 23 estudantes, formando 6 grupos. No momento da discussão, em plenária, o grupo resolvidor escrevia no quadro a

resolução do problema, que era lido pela professora; então, o registro era discutido com o grupo que propôs o problema e com os colegas da turma, analisando se haveria outras formas de resolução.

A realidade e as condições dadas para o desenvolvimento de conteúdos em sala de aula, de fato, nem sempre torna possível e nem mesmo recomendável que todos os grupos apresentem os problemas criados para a turma toda, especialmente em turmas maiores. Outras estratégias para a discussão dos problemas em sala podem ser consideradas, como: o professor pede para que os grupos troquem os problemas entre eles, com um grupo resolvendo ou analisando/criticando o problema do outro, possibilitando que os propositores melhorem os problemas; o professor pode discutir oralmente com toda a turma os problemas fáceis, selecionar alguns problemas para os estudantes resolverem como lição de casa e concentrar a resolução em sala de aula nos problemas que considera mais relevantes para o objetivo de aprendizagem pretendido; o professor compila todos os problemas em uma lista e entrega aos grupos, solicitando que cada grupo selecione um ou dois problemas que considere interessantes para resolver; o professor pode selecionar os problemas que considera como possíveis geradores de novas aprendizagens para desenvolver um trabalho com a Metodologia de Ensino-Aprendizagem-Avaliação de Matemática através da Resolução de Problemas; dentre outras possibilidades (ALLEVATO; POSSAMAI, 2022; POSSAMAI; ALLEVATO, 2023).

De qualquer modo, é importante que a forma como os problemas propostos serão discutidos ou resolvidos seja informada no *prompt*, pois como ressalta Cai (2022, p. 40, tradução nossa), “como os professores lidam com os problemas apresentados pelos estudantes é um aspecto crítico do ensino através da proposição de problemas que pode moldar o efeito dos problemas apresentados na classe”.

Por isso, defendemos veementemente a associação da proposição de problemas com a resolução de problemas, como possibilidade de potencializar os resultados da aprendizagem com os estudantes compartilhando seus problemas, de avaliar a aprendizagem e a qualidade dos problemas. Adicionalmente, as discussões acerca dos problemas propostos, tanto com o professor quanto com os colegas, costumam surgir durante a tentativa de resolvê-los e têm um impacto altamente benéfico. As críticas e sugestões oferecidas impulsionam o aprimoramento dos problemas, contribuem com a aprendizagem e enriquecem a compreensão da linguagem matemática pelos estudantes (ALLEVATO; POSSAMAI, 2022; CAI, 2022; POSSAMAI; ALLEVATO, 2023).

Esses resultados, também verificado por Cai e Hwang (2021), reforçam a necessidade de fomentar parcerias e estreitar relações entre pesquisadores sobre Proposição de Problemas e professores que ensinam Matemática, de modo a promover conhecimento para ambos acerca de como diferentes *prompts* podem impactar na qualidade dos problemas propostos pelos estudantes e como podem, ou não, atender às expectativas dos professores frente aos objetivos pedagógicos pretendidos com a atividade.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo teve como objetivo compreender como estudantes, de duas turmas do 5º ano do Ensino Fundamental, interpretam a demanda de criar um problema fácil, um moderado e um difícil, tendo uma tabela de dados como elemento disparador.

Os resultados indicam que os estudantes limitaram os problemas fáceis às operações de adição, subtração e divisão por dois. Os problemas médios avançaram para a operação de multiplicação ou envolviam número maiores. Os problemas difíceis envolviam várias operações, considerando todos os dados da tabela ou apenas as duas últimas linhas que apresentavam números maiores. A complexidade dos problemas foi avançando conforme o nível de dificuldade, porém, assim como indicado e avaliado pelos colegas que resolveram os problemas, o grau de dificuldade de resolução não foi substancialmente ampliado do problema fácil para o médio, mas a qualidade dos problemas melhorou consideravelmente nos problemas difíceis.

Considera-se relevante que essa estratégia seja considerada no *prompt* das atividades, talvez podendo ser limitada a criar um problema fácil e um difícil, de modo a estimular os estudantes a avançarem para além de problemas triviais, podendo, inclusive, criar problemas surpreendentes.

Ademais, cabe destacar que os resultados socializados neste artigo fazem parte de uma pesquisa maior que se configura numa coleção de casos de ensino de Proposição de Problemas que estão sendo implementados em parcerias com professores da Educação Básica. Assim, além de contribuir para analisar implicações do *prompt*, utilizado na qualidade dos problemas criados pelos estudantes e possibilitar compreender como estes interpretam o grau de dificuldade dos problemas, permitindo-nos avaliar os instrumentos de pesquisa.

Considera-se que, em pesquisas futuras, os estudantes deverão ser entrevistados, tanto aqueles que se propuserem como os que resolverem os problemas, para compreender mais detalhadamente como eles avançam na complexidade dos problemas, possibilitando confrontar os entendimentos sobre a dificuldade dos problemas.

Essas pesquisas nos possibilitam avançar na compreensão das implicações sala de aula de atividades de proposição de problemas, no que se refere às informações fornecidas aos estudantes e à condução do professor na associação com a resolução de problemas, sendo necessário, em pesquisas futuras, avaliar outras possibilidades, como as indicadas neste artigo.

Problem posing by 5th grade students: an analysis of problem complexity

ABSTRACT

The posing of mathematical problems has been the subject of recent research, analyzing different aspects that mobilize classroom activity and promote student engagement. This article aims to understand how 5th grade students interpret the demand to create an easy, a moderate and a difficult problem, with a data table as a trigger element. To this end, a qualitative study, based on a case study with two classes, analyzed an educational practice of problem posing developed with 33 students, in which they were asked to pose problems of different levels of difficulty for their colleagues to solve. The results indicate that students relate the level of difficulty to the operation involved in the problem, the number of operations that need to be performed and the magnitude of the numbers. According to these parameters, the complexity of the problems developed advanced according to the level of difficulty, but as indicated and evaluated by the colleagues who solved the problems, the level of difficulty was not substantially increased from easy to medium, but the quality of the problems improved considerably in the difficult problems.

KEYWORDS: Problem posing. Problem solving. Mathematics teaching.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Professora Graciela Cristina Sevegnani Girardi que nos auxiliou na coleta de dados.

REFERÊNCIAS

ALLEVATO, N. S. G.; POSSAMAI, J. P. Proposição de Problemas: possibilidades e relações com o trabalho através da Resolução de Problemas. **Com a Palavra, O Professor**, n. 7, v. 18, p. 153-172, 2022. DOI: <https://doi.org/10.23864/cpp.v7i18.817>

AMADO, J.; FREIRE, I. Estudo de caso na investigação em Educação. *In*: AMADO, J. **Manual de investigação qualitativa em educação**. 2 ed. Universidade de Coimbra, 2014. p. 121-144.

BONOTTO, C. Artifacts as sources for problem-posing activities. **Educational Studies in Mathematics**, v. 83, n. 1, p. 37-55, 2013. DOI: 10.1007/s10649-012-9441-7

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC/SEB, 2018.

CAI, J. What Research Says About Teaching Mathematics Through Problem Posing. **Éducation et didactique**, v. 16, n. 3, p. 31-50, 2022. DOI: <https://doi.org/10.4000/educationdidactique.10642>

CAI, J.; HWANG, S. Learning to teach through mathematical problem posing: theoretical considerations, methodology, and directions for future research. **International Journal of Educational Research**, v. 102, p. 1-8, 2020.

CAI, J.; HWANG, S. Teachers as redesigners of curriculum to teach mathematics through problem posing: conceptualization and initial findings of a problem-posing project. **ZDM – Mathematics Education**, v. 53, p. 1403–1416, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11858-021-01252-3>.

CAI, J.; KOICHU, B.; ROTT, B.; ZAZKIS, R.; JIANG, C. Mathematical problem posing: Task variables, processes, and products. *In*: FERNANDEZ, C. *et al.* (eds.). **Proceedings of the 45th of the Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education**, v. 1, p. 119-145, 2022.

CRESPO, S. A Collection of Problem Posing experiences for prospective mathematics teachers that make a difference. *In*: SINGER, F. M.; ELLERTON, N. F.; CAI, J. (ed.). **Mathematical Problem Posing: From research to effective practice**. New York: Springer, 2015. p. 494-511.

KILPATRICK, J. Problem formulating: Where do good problems come from? *In*: SCHOENFELD, A. H. (ed.) **Cognitive science and mathematics education**. Hillsdale, NJ: Erlbaum, 1987. p. 123-147.

KOICHI, B.; KONTOROVICH, I. Dissecting success stories on mathematical problem posing: a case of the Billiard Task. **Educational Studies in Mathematics**, New York, v. 83, n. 1, p. 71-86, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10649-012-9431-9>

NCTM. **Catalyzing change in early childhood and elementary mathematics: initiating critical conversations**. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics, 2020. 260 p.

POSSAMAI, J. P.; ALLEVATO, N. S. G. Problem Posing: images as a trigger element of the activity. **Revista Internacional de Pesquisa em Educação Matemática**, v. 13, n. 1, p. 1-15, 9 mar. 2023. DOI: <https://doi.org/10.37001/ripen.v13i1.3274>

POSSAMAI, J. P.; ALLEVATO, N. S. G.; STRELOW, S. B. Proposição de problemas nos Anos Iniciais: reflexões sobre elementos disparadores e prompt. **Revista Paranaense de Educação Matemática**, [S. l.], v. 12, n. 27, p. 139–157, 2023. DOI: <https://doi.org/10.33871/22385800.2023.12.27.139-157>.

SILVER, E. A. On mathematical problem posing. **For the Learning of Mathematics**, v. 14, n. 1, p. 19-28, fev. 1994.

SILVER, E. A.; CAI, J. An Analysis of Arithmetic Problem Posing by Middle School Students. **Journal for Research in Mathematics Education**, v. 27, n. 5, p. 521-539, nov. 1996.

ZHANG, H.; CAI, J. Teaching mathematics through problem posing: insights from an analysis of teaching cases. **ZDM Mathematics Education**, n. 53, p. 961-973, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11858-021-01260-3>

Recebido: 21 set. 2023

Aprovado: 07 nov. 2023

DOI: 10.3895/actio.v8n3.17605

Como citar:

ALLEVATO, N. S. G.; POSSAMAI, J. P. Proposição de problemas por estudantes do 5º ano: uma análise da complexidade dos problemas. **ACTIO**, Curitiba, v. 8, n. 3, p. 1-17, set./dez. 2023. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/actio>>. Acesso em: XXX

Correspondência:

Norma Suely Gomes Allevato

Rua Cônego Manuel Vaz, n. 584, ap. 81. Bairro: Santana, São Paulo/SP, Brasil.

Direito autoral: Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

