



Estratégias Criativas na Formulação e Solução de Problemas do Discurso Matemático Escolar

Creative Strategies in the Problem Formulating and Solving in School Mathematical Discourse

Leonardo Silva Diniz¹

Ronaldo Barros Ripardo²

Resumo

Este artigo apresenta e discute resultados de uma pesquisa que teve como objetivo compreender as estratégias e o que estas revelam sobre a criatividade dos alunos em atividades de formulação e solução de problemas do discurso matemático escolar. Está ancorada na Teoria Comognitiva, que considera a matemática um discurso, na Perspectiva de Sistemas, para o qual a ação criativa não ocorre de forma isolada, mas da relação entre três sistemas: indivíduo, domínio e campo, bem como na verificação de como os alunos manifestam elementos da criatividade nas suas produções em relação à Flexibilidade e Originalidade. É uma pesquisa de abordagem qualitativa, desenvolvida com alunos dos anos finais do Ensino Fundamental de escola pública do município de Canaã dos Carajás no Estado do Pará. Para a produção de dados foram aplicadas atividades que demandavam dos alunos formulação de problemas e solução de problemas. Os resultados da pesquisa apontam para a ocorrência de manifestação criativa em relação à flexibilidade e originalidade em rotinas de exploração, ato e ritual.

Palavras-chave: Processos linguísticos; Criatividade; Problemas; Perspectiva de sistema; Produção textual.

Abstract

This paper presents and discusses the results of a research project that aimed to understand the strategies and what they reveal about the creative potential of students in activities of formulating and solving mathematical problems. The research is anchored in the Commognitive Theory, which considers mathematics a discourse, bringing a look at the System Perspective, for which the author points out that creative action does not occur in isolation, but in the relationship between three systems: individual, domain and field, as well as the verification of how students manifest elements of creativity in their productions in relation to Flexibility and Originality. It is a research with a qualitative approach, developed with students in the final years of elementary school in a public school in the municipality of Canaã dos Carajás in the state of Pará, Brazil. For the production of data, activities were applied that required students to formulate problems. The results point to the occurrence of creative expression involving flexibility and originality a routines of exploration, act or ritual.

Keywords: Mathematical discourse; Situation-problems; System perspective; Elements of creativity.

Submetido em: 20/12/2022 – **Aceito em:** 31/07/2023 – **Publicado em:** 20/12/2023

¹ Mestre em Educação em Ciências e Matemática pela Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará. Professor da Secretaria Municipal de Educação de Itupiranga/PA, Brasil. Email: diniz@unifesspa.edu.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0392-7672>

² Doutor em Educação pela Universidade de São Paulo. Professor da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, Brasil. Email: ripardo@unifesspa.edu.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6345-2173>

Introdução

Percebemos a problemática dos alunos na disciplina de matemática a partir dos baixos índices mostrados em avaliações externas, como o Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (Pisa), teste aplicado a estudantes de 15 anos de idade para aferir conhecimentos e habilidades relacionadas à leitura, à matemática e às ciências a mais de 37 nacionalidades membros da Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) e mais 42 de economia parecidas (INEP, 2021). Embora percebamos um aumento da média de proficiência dos brasileiros da avaliação do Pisa 2015 com 377 em comparação a 384 da sua última edição 2018, não garante uma boa colocação no ranking mundial, visto que o Brasil obteve a pontuação abaixo da média da OCDE em leitura, matemática e ciências, com apenas 2% alcançando os níveis mais elevados (Nível 5 e 6). Além disso, 43% dos estudantes brasileiros obtiveram a pontuação abaixo do mínimo (Nível 2) de proficiência, contra apenas 13% da OCDE.

Tal cenário, identificado tanto por nossa prática como também pelos resultados de avaliações em larga escala, deixam cada vez mais latente a necessidade de pensar o ensino de matemática para além do que tem predominado por muito tempo nas práticas pedagógicas, que é o foco na memorização e aplicação de regras. Entendemos que se inicie nas escolas o estímulo ao desenvolvimento do pensamento criativo, partindo da educação básica até os níveis mais elevados do ensino o aprimoramento gradativo dessa habilidade.

A Base Nacional Curricular Comum (BNCC), documento que norteia a educação brasileira, evidencia entre suas competências gerais a de,

Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções [...] (Ministério da Educação, 2018, p. 9).

Ou seja, são ações que tanto no ensino de línguas, de matemática, nas ciências sociais ou naturais, dentre outras, podem conduzir ao desenvolvimento de habilidades importantes à aprendizagem do aluno. Nas aulas de matemática possibilita ao aluno a ampliação do seu repertório matemático, podendo refletir-se em uma compreensão bem mais apurada acerca do trabalho com problemas, bem como com o rompimento de padrões de respostas expressos nos livros didáticos.

Fonseca (2015) considera que a criatividade é liberdade da mente em busca de novas conexões e a quebra de padrões de respostas mesmo que para isso exija um pensar exaustivo e novas experiências ocorram. Essa compreensão converge com o pensamento de Sfard (2008) ao dizer que a criatividade se dá por meio de rotinas, que apesar de paradoxal seus significados no sentido da palavra, a autora esclarece que para que haja criatividade é necessário o conhecimento das rotinas para poder refletir sobre o discurso matemático. Porém Sfard, (2008, p. 219) diz que para ser criativo “[...] é necessário conseguir aplicar rotinas de maneira não rotineiras”. Ou seja, a criatividade não é reproduzir um discurso, e sim refletir sobre ele para construir novos discursos.

Para Sfard (2008), discurso é um tipo de comunicação distinta feita por seu repertório de ações admissíveis e da forma como essas ações estão alinhadas às reações do interlocutor. Discursos podem ser identificados a partir do uso de palavras, mediadores, rotinas e narrativas. O discurso matemático escolar é uma combinação de rotinas e narrativas produzidas no âmbito do coloquial como também do literato, mas que ganham especificidades em face da interferência de outros campos, como o pedagógico. Essas rotinas trazem consigo a possibilidade de construção de narrativas sobre os objetos matemáticos que podem ser validadas dependendo do repertório de argumentos utilizados para defender os objetos levantados. Para autora, a construção desse repertório se baseia em regra de nível de objeto, que trata da fala das propriedades dos objetos do discurso, e metarregras, que é a substanciação ou validação das regras dos objetos desse discurso. É nessa perspectiva que temos como objetivo neste artigo compreender as estratégias e o que estas revelam sobre a criatividade dos alunos em atividades de formulação e solução de problemas do discurso matemático escolar.

As discussões no entorno dessa problemática estão fundamentadas principalmente nos pressupostos da teoria de Sfard (2008) e Gontijo (2007), discutindo o processo de substanciação de narrativas a partir de elementos da criatividade como fluência, flexibilidade e originalidade.

Matemática como um discurso

A abordagem à matemática que a concebe como discurso é apresentada por Sfard (2008), como a necessidade de comunicação e, por isto, pode ser materializada em forma de discurso. Portanto, a matemática é considerada um discurso capaz de promover comunicação dentro de um determinado contexto de interação social. Comunicação se realiza por meio de interação social, sendo capaz de produzir conhecimento a partir de um determinado discurso.

Quanto aos elementos que permitem identificar um discurso e diferenciá-lo de outro, Sfard (2008) apresenta quatro.

Uso de palavras na matemática estão relacionadas aos aspectos da quantidade e/ou forma (fração, equação, moda, determinante, dentre outras) bem como ao sentido que aqueles objetos do discurso tomarão em situações específicas.

Mediadores visuais são símbolos que permitem dentre outras possibilidades uma melhor comunicação. No discurso matemático coloquial as pessoas geralmente recorrem a representações matemáticas por meio de imagens, independentemente da camada do discurso. O discurso acadêmico envolve representações por meio de símbolos, como: %, =, +, -, <, >, \sum , π , etc., criados principalmente para facilitarem a comunicação matemática.

Narrativas endossadas consistem numa sequência de expressões verbais cujo objetivo é fazer a descrição dos objetos do discurso em questão, ressaltando a relação entre os objetos e os processos pelos quais os objetos são constituídos, como teoremas, definições e axiomas, dentre outros, no discurso matemático. Esse procedimento estará sujeito a uma validação

(endosso) ou rejeição por uma comunidade especialista da área, cujo termos procedimentais resultam do próprio discurso.

Rotinas são ações ordenadas e utilizadas pelos discursantes na construção de uma narrativa. Para isso, fazem uso de palavras e mediadores visuais típicos para estruturação dos elementos textuais utilizados na construção discursiva. No discurso matemático algumas dessas rotinas são definir, demonstrar, provar, além de formular e resolver problemas.

Para Sfard (2008), todo discurso é constituído por atividades padronizadas, regidas por regras bem estabelecidas, principalmente na sua formalização discursiva, o que pode ocasionar solidez aos objetos e identidade ao discurso. Quanto ao discurso matemático, o define como governado por dois tipos de regras, as de nível de objeto e as metaregras (ou metadiscursivas). A primeira é constituída por narrativas sobre regularidades no comportamento dos objetos do discurso, como em “a soma dos ângulos internos de um triângulo é igual a 180° ”, que define uma propriedade dos triângulos. A segunda está focada nas ações dos participantes em um discurso, no processo pelos quais os matemáticos ou matemáticas demonstram ou definem as regras que estão em nível de objeto.

Sfard (2008) afirma que as rotinas do discurso matemático podem ser de Exploração, Ato ou Rituais.

As *explorações* se caracterizam pela capacidade de produção de uma narrativa que seja endossável por especialista ao final de uma performance, podendo ser uma narrativa de construção, que é a produção de uma narrativa ainda não existente no discurso, ou seja, de uma regra em nível de objeto; de substanciação, que são os mecanismos utilizados para avaliar se as narrativas produzidas pelos discursantes podem ou não ser endossadas; ou de lembrar, que é o processo pelo qual os discursantes procuram evocar narrativas já endossadas a fim de substanciar novas narrativas. Os *atos* se caracterizam pelo foco mais na produção ou transformação física dos objetos em uma rotina do que com a produção de narrativas ao final da performance, ainda que esta não seja abdicada. Os *rituais* estão centrados mais na garantia de manutenção das interações interpessoais na rotina do que com a produção de uma narrativa.

Criatividade e Aprendizagem Matemática

O foco nos estudos e pesquisas sobre criatividade, ao início, pautava-se na visão distorcida de que apenas seres especiais classificados como gênios eram dotados de habilidades criativas. Essa perspectiva começa a ser mudada no século XX, em que a habilidade criativa deixou de ser vista como um dom especial limitado às artes para se ater à psicologia cognitiva, focando-se no estudo dos processos mentais, como sobre os “processos criativos” e “soluções de problemas” (Sternberg, 2001). Segundo Gontijo (2007), as pesquisas tendem geralmente a focalizar em apenas um elemento motivador da produção criativa. Tal ação possibilita a análise da criatividade por meio de categorias, nas quais três delas são destacadas por Feldhusen e Goh (1995, *apud* Gontijo 2007): pessoa, processo e ambiente.

O foco na pessoa compreende uma análise direcionada aos aspectos cognitivos ligados ao emocional e à personalidade da pessoa, assim também como experiências vivenciadas no dia a dia, para identificar se se revela uma produção nova e se tem representatividade social no produto analisado. O foco no processo está vinculado ao desenvolvimento do produto como ação criativa. O foco no ambiente remete ao espaço em que ocorre a experiência e se pode ser motivador ou inibidor das habilidades criativas. A esse respeito, Gontijo (2007) aponta que as pesquisas mais recentes procuram vincular essas categorias principalmente às últimas, por acreditar que são fatores que podem contribuir para uma ação criativa e que se analisadas separadamente podem proporcionar uma percepção incompleta da ação criativa do indivíduo.

Nesse sentido, um dos modelos que reflete esta visão atual de abordagem da criatividade é a perspectiva de sistema apresentado por Csikszentmihalyi (1998), cuja proposta para análise da criatividade é fazer uma abordagem histórica, não se limitando a aspectos individuais ou estudos métricos da criatividade do indivíduo, mas também focalizando o meio social-histórico-cultural do indivíduo. Para Csikszentmihalyi (1998, p. 47), “criatividade é qualquer ato, ideia ou produto que muda um domínio já existente, ou que transforma um domínio já existente em um novo. E a pessoa criativa é: alguém cujos pensamentos e atos mudam um domínio ou estabelece um novo domínio”.

A relação entre ser criativo e criatividade está ligada diretamente com a relação entre a ação do indivíduo com o meio, uma vez que deve ser avaliada todas as variáveis internas e externas ao indivíduo para que ocorra uma melhor compreensão do porquê da ideia produzida. No entanto, Gontijo, Silva e Carvalho (2012) dizem que apesar do modelo de estudo da criatividade de Csikszentmihalyi ser aplicado em diversas áreas, na matemática ainda prevalece o estudo e análise da criatividade sem levar em consideração fatores externos ao indivíduo, focando mais no fator interno, considerando apenas o resultado da produção do indivíduo.

Gontijo (2007) apresenta alguns autores que discutem criatividade, como Aiken (1973), Ervynck (1991) e Hadamard (1954).

O modelo defendido por Aiken (1973) apresenta uma compreensão da criatividade que perpassa por duas perspectivas, uma voltada para a produção matemática e a outra ao produto resultante desse processo. A primeira foca no processo cognitivo, compreendendo as relações estabelecidas mentalmente para a solução de um problema. Esse momento é marcado pela possibilidade de alternar pensamentos traçando novas estratégias que culminarão na melhor compreensão do problema. A segunda abordagem corresponde à resposta, ou seja, aquilo que é apresentado como resultado da forma escrita a partir da análise interna dos dados.

O modelo defendido por Ervynck (1991) apresenta a criatividade matemática a partir de três estágios classificados pelo autor numa sequência de 0 a 2, sendo o zero caracterizado como o primeiro e o dois o último estágio. O estágio 0, vinculado ao ambiente escolar, é definido como o momento em que os alunos para resolverem um problema se utilizam de

estratégias ou técnicas matemáticas sem apresentar domínio dos conteúdos que fundamentam as técnicas aplicadas. O estágio 1 compreende o momento da mecanização, aplicação das técnicas matemáticas algoritmizadas por meio da repetição das fórmulas nas soluções das atividades. No estágio 2 ocorre o desprendimento das “fórmulas prontas”, uma vez que nesse estágio verdadeiramente surge a criatividade, pois o aluno consegue estabelecer relações entre os conhecimentos adquiridos com os do problema proposto e apresentar uma solução original.

Da mesma forma, Hadamard (1954), inspirado nas ideias de Wallas (1973), defende que a criatividade, segundo a interpretação de Gontijo (2007), consiste na compreensão da criatividade em quatro estágios: iniciação, incubação, iluminação e verificação. A iniciação, corresponde ao momento em que o aluno é livre para resolver um problema e utiliza os conhecimentos já adquiridos em sua vivência para resolver um problema. A incubação corresponde à etapa em que na apresentação do problema ocorre um desligamento das atenções sobre sua resolução, o cérebro estabelece conexões com outros saberes de forma a contribuir na solução do problema ou informações que culminarão em uma nova reestruturação. A iluminação é caracterizada como o momento em que surge uma resposta de forma inesperada ao problema. A verificação corresponde ao momento crucial de todo o processo, principalmente pelo fato de validar e organizar as respostas apresentadas no momento da iluminação.

Apesar dessa variedade de definições, Gontijo (2006) destaca que elas não se confrontam, apenas evidenciam diferentes aspectos. Frente a esse leque de conhecimentos apresentados em torno da caracterização da criatividade matemática, Gontijo (2007) a define como

a capacidade de apresentar inúmeras possibilidades de solução apropriadas para uma situação-problema, de modo que estas focalizem aspectos distintos do problema e/ou formas diferenciadas de solucioná-lo, especialmente formas incomuns (originalidade), tanto em situações que requeiram a resolução e elaboração de problemas como em situações que solicitem a classificação ou organização de objetos e/ou elementos matemáticos em função de suas propriedades e atributos, seja textualmente, numericamente, graficamente ou na forma de uma sequência de ações (Gontijo, 2006, p. 4).

O autor reforça que a criatividade é considerada uma habilidade que pode ser estimulada a partir da identificação de relações positivas experienciadas por alunos em um dado momento com objetos matemáticos, cabendo ao professor propor atividades que potencializem essas relações.

Estudos a partir da década de 1950 passaram a avaliar o pensamento criativo a partir de três aspectos: Fluência, Flexibilidade e Originalidade, baseado no modelo proposto por Torrance (1966), que desenvolve o Teste de Torrance de Pensamento Criativo (TTCT), com o objetivo de avaliar a criatividade com base nos três constructos acima (Amaral, 2016).

Da mesma forma, Gontijo (2007) acredita que na produção criativa em matemática esses três elementos e mais a elaboração também estão presentes implicitamente no processo

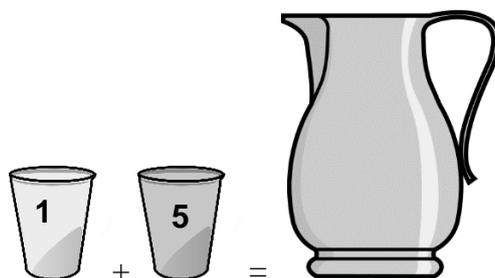
criativo. Define fluência como a capacidade de apresentar uma diversidade de ideias diferentes produzidas para o mesmo assunto, a flexibilidade como a capacidade que o indivíduo tem em modificar o pensamento ou apresentar classes distintas de respostas e a originalidade como a apresentação de respostas infrequentes se comparado com as de outro grupo de indivíduos e a elaboração como a capacidade de apresentar um número considerável de detalhes da ideia exposta. Para Gontijo (2007), a existência de variáveis como o pensamento abstrato, os raciocínios indutivo e dedutivo e os pensamentos analógico, metafórico e indutivo contribuem para que os alunos apresentem esses elementos.

A perspectiva que adotamos para a criatividade neste trabalho é a de Gontijo (2007), atendo-nos à identificação de indícios de Flexibilidade e Originalidade, uma vez que, os alunos propuseram apenas uma solução para cada problema apresentado. Procuramos ainda evidenciar os conceitos da perspectiva de sistema proposto por Csikszentmihalyi, que considera que a criatividade ocorre na interação de três sistemas: domínio (cultura, conjunto de regras), campo (grupo que controla o domínio) e indivíduo (pessoa conhecedora do domínio), a fim de uma análise mais coerente quanto à identificação da criatividade na produção dos alunos. Esta perspectiva é feita considerando-se as rotinas do discurso matemático, conforme proposto por Sfard (2008).

Método

Essa pesquisa possui abordagem qualitativa, pois o ambiente natural se constitui um importante fornecedor de dados e o pesquisador como o principal instrumento para extrai-los, por meio da pesquisa de campo, e o contato direto do pesquisador é proporcionado um caráter descritivo desse modelo de pesquisa (Bogdan & Biklen, 1982). Isso reforça o fato de que todas as informações encontradas são relevantes para a compreensão do objeto de estudo. Os autores defendem que compreender o processo de consolidação das informações de uma situação investigada é mais importante que unicamente ver o produto.

Os dados foram produzidos com 20 alunos das séries finais do ensino fundamental de uma escola pública brasileira. O instrumento de pesquisa correspondeu à aplicação de duas atividades (Figuras 1 e 2).

Modo de Preparo para Suco:

Misturar 1 parte de suco concentrado para 5 partes de água

Figura 1: Atividade 1

Fonte: Dados da pesquisa



Figura 2: Atividade 2

Fonte: <http://amavitaalimentos.com.br/site/refresco-uva-1kg/> Capturado em 18 Fev. 2021.

A aplicação do instrumento ocorreu em 2 encontros, com aproximadamente 2 horas e meia cada um, estando presente no primeiro dia 20 alunos e no segundo apenas 14 destes, resultando em 34 problemas elaborados. Em uma folha de papel, junto à figura, foi orientado verbalmente ao aluno que lesse as informações da imagem e que usando toda a sua criatividade e conhecimentos de matemática elaborasse e resolvesse um problema de matemática que envolvesse os elementos contidos da figura entregue a eles.

A análise envolveu primeiramente a identificação do tipo de rotina que o aluno performou, de acordo com as orientações teóricas de Sfard (2008). Em seguida, buscamos identificar indícios de flexibilidade e originalidade em cada uma delas. Nas discussões, utilizamos o seguinte código de identificação: P1A1T6, em que “P” indica o problema, sendo P1 Problema 1, P2 para Problema 2 e assim sucessivamente (P1, P2, ..., P34) de acordo com a ordem do material coletado na pesquisa; o “A” é a identificação da atividade referente ao instrumento 1 ou 2; e o T refere-se às séries, que podem ser do 6º ao 9º ano.

Análise e Discussão

Organizamos esta seção a partir dos tipos de rotinas do discurso matemático – explorações, atos e rituais (Sfard, 2008), de elementos que permitem identificar criatividade – flexibilidade e originalidade (Gontijo, 2007) e da perspectiva de sistema de Csikszentmihalyi (1998).

Exploração e Criatividade

No P1A1T9, o aluno se preocupou em relacionar as ideias empregadas na criação do problema com as informações da imagem na atividade proposta, visto que o enredo do problema consta de um preparo de suco tal qual é ilustrado na imagem temática. Para construção da narrativa, o aluno se utiliza da ideia de proporcionalidade (Figura 3).

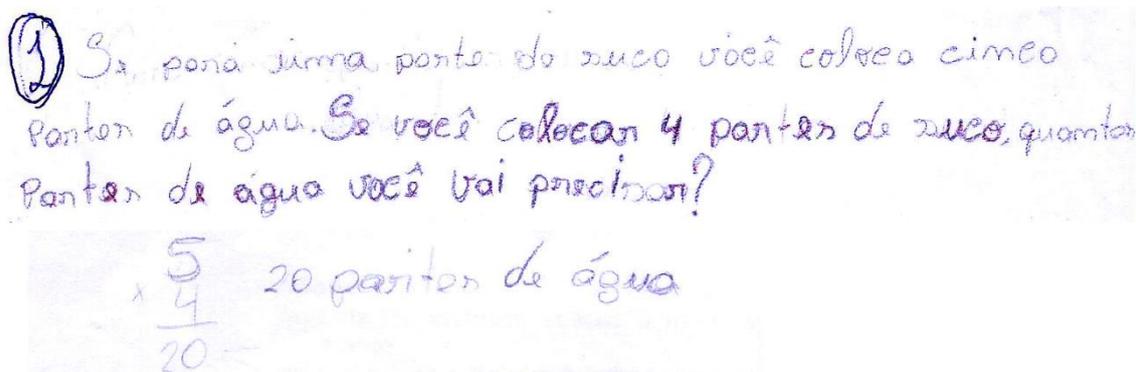


Figura 3: Problema elaborado pelo aluno – P1A1T9

Fonte: Dados da pesquisa

1 Se para uma parte de suco você coloca cinco partes de água. Se você coloca 4 partes de suco quantas partes de água você vai precisar?

R: $5 \times 4 = 20$ 20 partes de água

Apesar de ser um problema com uma estrutura simples, percebemos que o aluno teve a preocupação em garantir uma organização das informações, apresentando uma descrição clara e coerente da sua proposta com a ideia central do problema cujo tema é proporção. Entendemos ser a produção de uma rotina de exploração, uma vez que estabelece corretamente uma relação de proporção entre duas grandezas, “suco” e “água”, como se observa na primeira parte do problema ao escrever “Se para uma parte de suco você coloca cinco partes de água”, e para concluir o problema retoma às duas grandezas mencionadas propondo a ampliação do valor de uma, questiona o quanto vai precisar da outra, garantindo a mesma proporção estabelecida inicialmente. A habilidade demonstrada pelo aluno em formular um problema pode ser resultado de experiências vivenciadas no espaço escolar, visto que um aluno do 9º ano relatou já ter participado de uma atividade similar.

Para Csikszentmihalyi (1998), essa habilidade do aluno pode estar respaldada em um domínio, ou seja, um conjunto de regras e normas inerentes à atividade de formulação de problema, que segundo o autor, constitui um dos fatores ao qual a ação criativa pode ser percebida, pois diante dos parâmetros regidos em certo domínio, alguns participantes do discurso apenas reproduzem o que lhe é transmitido enquanto outros vão além, apresentando novas possibilidades e modificando o domínio. Essa ação é caracterizada pelo autor como

processo criativo. Identificamos elementos de flexibilidade em relação à resposta apresentada para o problema, pois uma das maneiras que se espera como procedimento de resolução para um problema de proporção é a técnica tal qual como é posto nos livros didáticos. Porém, o aluno resolve com uma multiplicação direta entre 4 e 5 obtendo como resposta 20 partes de água. Ou seja, o aluno foi capaz de apresentar um método de solução que destoasse do esperado.

No problema P3A1T8, o aluno também utiliza a ideia de proporcionalidade na construção da narrativa (Figura 4).

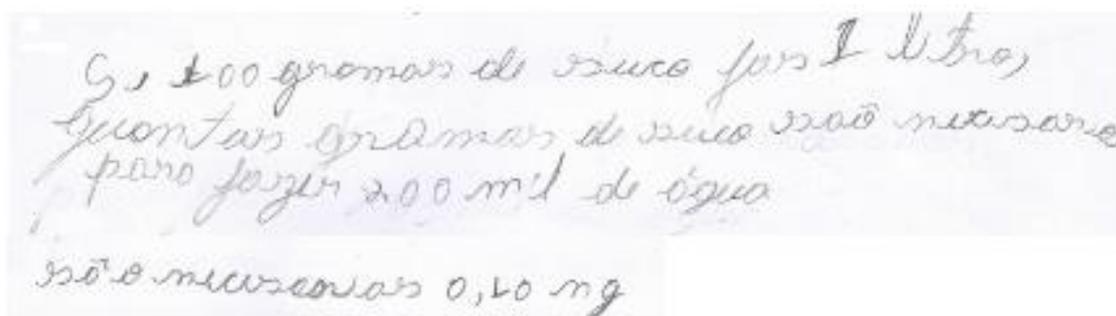


Figura 4: Problema elaborado pelo aluno – P3A1T8

Fonte: Dados da pesquisa

Se 100 gramas de suco faz 1 litro, quantas gramas de suco são necessários para fazer 200 ml de água.

R: São necessários 0,10 mg

Há certa dificuldade do aluno no uso da linguagem para expressar a organização das ideias apresentadas, mas que não compromete a compreensão da narrativa, que provavelmente seria uma redação como ‘*Se 100 gramas de preparo de concentrado de suco (em pó ou líquido) faz 1 litro de bebida, quantas gramas de preparo concentrado são necessários para fazer 200 ml de bebida?*’. Atribuímos *originalidade* à produção, visto que o aluno elaborou o problema utilizando novas informações, que não estavam presentes na imagem, assim também como identificamos resposta incomum em comparação às demais produções analisadas.

Na construção do problema, inferimos que a forma como as unidades de medidas é colocada pelo aluno pode fazer referência a situações vivenciadas anteriormente em seu cotidiano. Para os primeiros dados são utilizados a unidade de medida em gramas para referir-se ao suco, possivelmente tomando como referência a embalagem de suco comprada no supermercado, que é dada nessa unidade. Possivelmente, também fez alusão a uma jarra e um copo com capacidades de armazenamentos em litros e ml, respectivamente, o que pode ter motivado a usar essa informação na construção do problema. Ou seja, segundo Sfar (2008) e Gontijo (2007), o sujeito quando exposto a determinadas situações tende a adquirir experiências, tornando-se capaz de criar novas estratégias quando exposto a situações semelhantes. A ação criativa também é confirmada na perspectiva de Csikszentmihalyi (1998) ao definir a criatividade como uma mudança de domínio (regras) ou sua readaptação à situação, fato percebido quando o aluno se utiliza de unidades de medidas visto na escola ou

nos livros didáticos e relaciona com preparo de um suco. Portanto, ao construir uma narrativa trazendo elementos como grama, litro e mililitro, o aluno parece lembrar um campo da matemática (grandezas e medida) incorporando esse conhecimento ao da ideia de proporção com regras específicas de operações que são parâmetros para ações do discursantes.

No entanto, em relação à resposta fornecida ao problema, percebemos que pode ter havido uma interpretação equivocada das regras desse domínio da matemática, pois no problema formulado o aluno apresenta o resultado da proporção entre a quantidade de pó de suco necessário para diluir em 200 ml de água. Portanto, deveria apresentar como resposta 20g, ao invés de 0,01. Esse equívoco no resultado pode estar vinculado, segundo Sfard (2008), ao como a rotina do discurso pode ter sido memorizada.

Dessa forma, Sfard (2008) afirma que algumas narrativas previamente endossadas podem estar disponíveis imediatamente e algumas outras podem ter que ser reconstruídas. Tais lembranças mediadas envolvem rotinas especiais que provavelmente dependem da maneira em que as narrativas lembradas foram memorizadas no início. Ou seja, tal fator pode ser evidenciado na ausência de êxito na solução apresentada ao problema, indicando que o aluno possa ter memorizado de forma equivocada as regras do discurso.

A P5A2T8 (Figura 5) se destaca pela qualidade da escrita na organização das ideias, uma vez que deixa claro a relação de proporção existente.

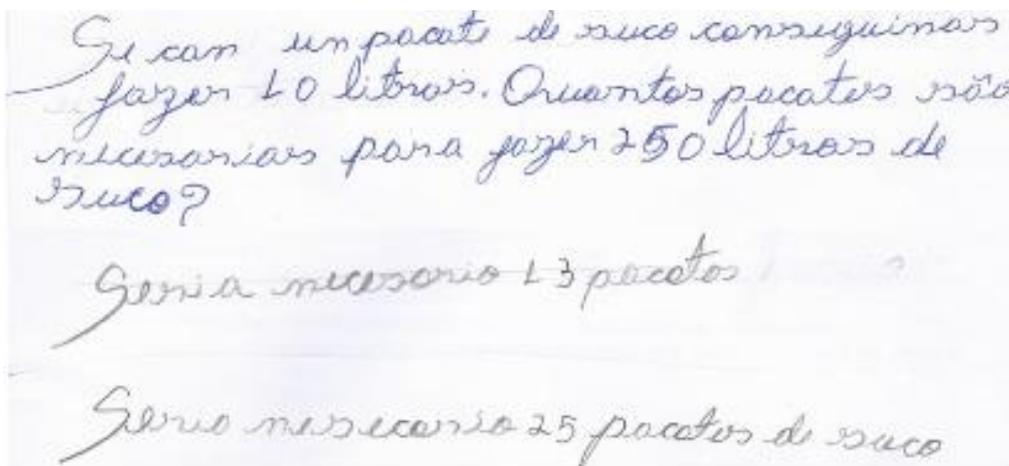


Figura 5- Problema elaborado pelo aluno – P5A2T8

Fonte: Dados da pesquisa

Se com um pacote de suco conseguimos fazer 10 litros. Quantos pacotes são necessários para fazer 250 litros de suco?

R: Seria necessário 13 pacotes

R: seria necessário 25 pacotes de suco

Apesar de o problema estar bem redigido, não foi possível identificar flexibilidade e/ou originalidade. O aluno não se desvincilhou das informações contidas na imagem, resultando num problema comum, sem inovação.

Em relação à solução do problema, observamos que foram registrados dois valores como resposta, 13 e 25. Como o primeiro valor, que representa a resposta errada, parece ter

sido a primeira resposta encontrada, e o 25, que é a resposta correta, uma segunda, leva-nos a inferir que esse aluno teve consciência de que havia chegado à solução errada no primeiro momento, refazendo o processo de resolução e encontrando a resposta correta. Ou seja, essa ação de rever a resposta é resultado de o indivíduo (autor da ação) estar respaldado em um domínio (conjunto de regras), segundo Csikszentmihalyi (1998). Sob as lentes teóricas de Sfard (2008), podemos classificar esta ação de relembrar narrativa. Mesmo que não tenha apresentado os cálculos que justificassem a resposta, inferimos que o aluno tenha recorrido a conhecimentos matemáticos já adquiridos anteriormente, pois ao retomar a resolução mudando de 13 para 25, identificamos o êxito na resolução, o que pode ser o indício de o aluno ter recorrido ao algoritmo de regra de três simples, já endossado e amplamente utilizado pela comunidade de matemática na resolução de problemas de proporcionalidade.

Atos e Criatividade

A P9A1T7 é uma narrativa bem elaborada do ponto de vista de sua clareza e da relação matemática presente (Figura 6).

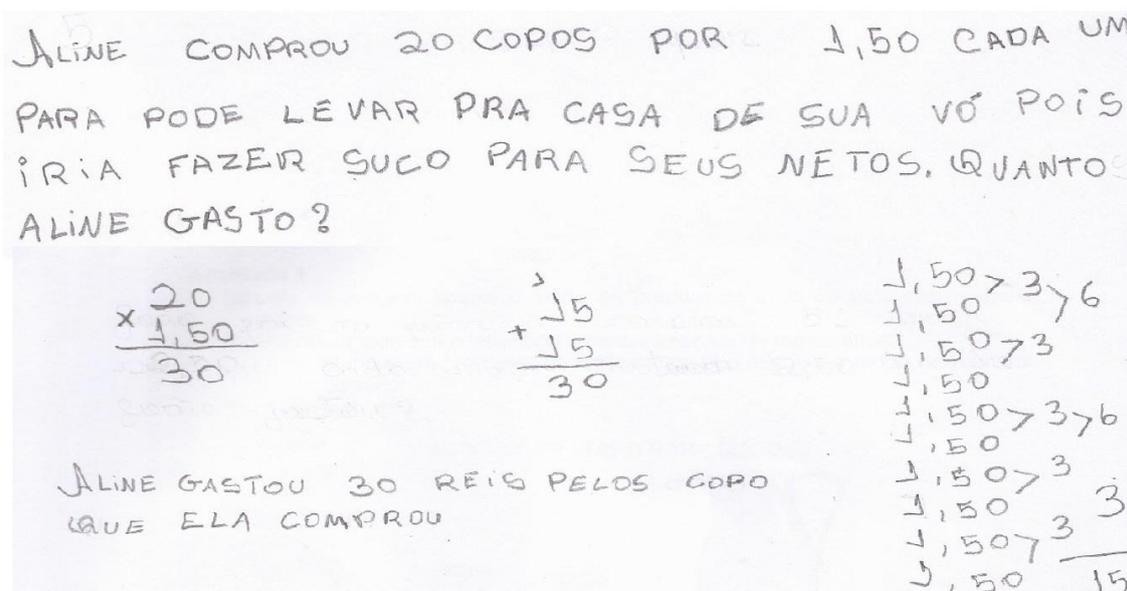


Figura 6: Problema elaborado pelo aluno – P9A1T7

Fonte: Dados da pesquisa

Aline comprou 20 copos por 1,50 cada um para pode levar para casa de sua vó pois iria fazer suco para seus netos. Quanto Aline vai gastar?

$$20 + 1,50 = 30 \quad 15 + 15 = 30$$

Aline gastou 30 reais pelas copos que ele comprou

A narrativa apresenta uma redação clara, sendo facilmente identificáveis o contexto, os dados e o questionamento: descobrir qual o valor gasto por Aline na compra de copos. Porém, percebemos pouca relação com os elementos da imagem temática A1 (Figura 1), visto que o problema não trata do preparo de suco diretamente e sim do gasto na compra de copos. No entanto, o que desperta a atenção é a solução do problema, pelo seu caráter inovador e original.

Segundo Sfard (2008), nesse procedimento o aluno evoca uma metarregra ligada a quando de uma rotina, uma vez que avalia se as ações realizadas são apropriadas para resolver o problema. Na primeira resposta, usa o método de agrupamento, somando dez vezes o valor do copo de suco, que é R\$ 1,50. Depois, soma dois a dois esses valores, encontrando 3 como resultado. Em seguida, soma dois a dois estas novas parcelas com a não somada ainda, encontrando 15. Por fim, dobra esse valor e encontra 30.

Na perspectiva de Csikszentmihalyi (1998), consideramos essa ação como uma performance criativa, uma vez que o aluno recorre a outra informação matemática, considerando a multiplicação como adição de parcelas iguais. Para esse problema identificamos também elementos da criatividade apontada por Gontijo (2007), como a flexibilidade, visto que a narrativa apresenta procedimentos distintos de encontrar a resposta, representados aqui pelo produto entre o número de copos pelo valor unitário e pela soma dos valores de cada copo. Classificamos também uma produção com originalidade, visto que o processo utilizado pelo aluno é diferenciado se comparado com as respostas apresentadas pelos demais alunos.

A P12A2T7 possui pouca relação com a imagem temática (Figura 7). Mas chama a atenção o processo da construção e da solução.

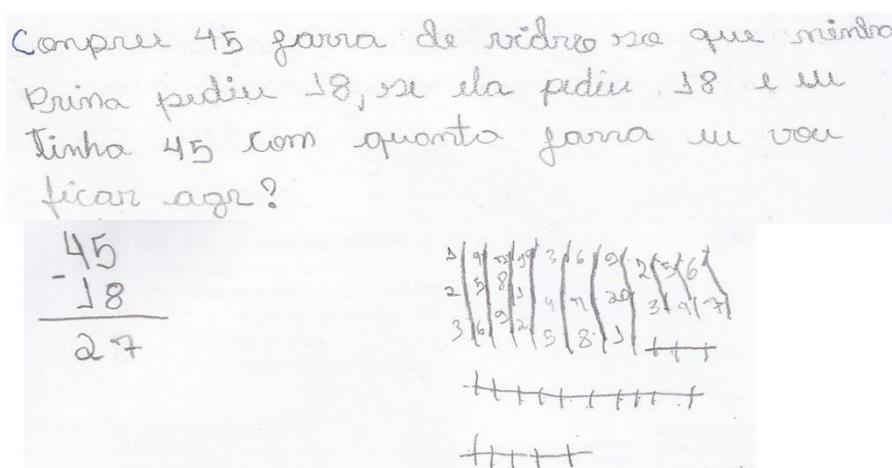


Figura 7: Problema elaborado pelo aluno – P12A2T7

Fonte: Dados da pesquisa

Comprei 45 jarras de vidro so que minha prima pediu 18, se ela pediu 18 e eu tinha 45 com quanta jarra eu vou ficar agr?

$$45 - 18 = 27$$

Identificamos nessa produção um trato bastante superficial em relação aos elementos da imagem temática da A2. O aluno se limitou a utilizar apenas um elemento, a “jarra”. Entendemos que isso pode ter ocorrido devido a forma de como esse aluno pode ter retido informações do tipo abstratas como 5 colheres, 200 ml, 10 L etc., demonstrando maior habilidade em manipular as que considera mais palpável ou objetos físicos ao indicar uma relação entre a quantidade de jarras de vidro comprada com as que sua prima tinha. Ou seja, este aluno também parece ter preocupações maiores sobre que fazer algo com os objetos

listados na figura ao invés de estabelecer algum tipo de ligação entre eles, configurando-se como um ato.

No entanto, chama a atenção as duas formas de solução. Entendemos que essa resposta apresenta características de originalidade, uma vez que nenhum dos demais alunos produziram algo semelhante e, portanto, é uma resposta incomum. Também identificamos flexibilidade, pois o aluno apresentou diferentes caminhos de solução para o problema por ele criado.

Na resposta apresentada, também percebemos mais indícios da implementação de um ato, pois a manipulação de símbolos (palitinhos cortados ao meio) indica números que serão subtraídos da operação $45 - 27$. Constitui-se em uma aplicação de metarregra, que segundo Sfard (2008) tem a ver com as ações dos discursantes e o que fazem para substanciar ou validar uma performance. Notamos a preocupação do aluno em justificar o algoritmo da subtração por meio de procedimento menos formal. Tal ação é reconhecida por Csikszentmihalyi (1998) como ato de criatividade, visto que concorda que a ação do indivíduo é baseada em um domínio (grupo de regras e procedimentos), aqui identificado como o algoritmo da subtração, aplicado informalmente na contagem de palitinhos e sequência de números. Com a obtenção do êxito na solução do problema, podemos dizer que o campo (especialistas na área), que na escola é representado pelo professor de matemática, poderia avaliar o método como positivo e, portanto, uma performance criativa.

Rituais e Criatividade

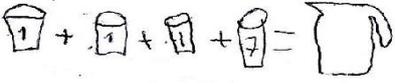
As respostas selecionadas para discussão neste tipo de rotina chamam a atenção pelas suas especificidades na abordagem do tema da atividade proposta, a exemplo da P15A1T7 (Figura 8).

① Entendo aqui se como no questionário e respondendo:

A) O que se como no questionário?
R: Se como o preparo do suco

B) Como você chegou ~~nessa~~ ^{nessa} ~~resposta~~ ^{resposta}
R: na imagem diz "modo de preparo do suco"

C) Com base na imagem acima crie uma situação parecida.
R: _____



D) Qual a forma de preparo você utilizou o cima
R: Eu coloquei 3 partes de suco concentrado de morango e misturei com 7 partes de água, dentro de uma jarra de preparo de suco de morango.

Figura 8: Problema elaborado pelo aluno – P15A1T7

Fonte: Dados da pesquisa

Entenda o que se passa na questão e responda:

Que se passa na questão?

R: se passa o preparo do suco

Como você chegou na resposta

R: Na imagem diz "modo de preparo do suco"

Com base na imagem acima crie uma situação parecida.

R: $1 + 1 + 1 + 7 =$ uma jarra completa

Qual a forma de preparo você utilizou acima

R: Eu coloquei 3 partes de suco concentrado de morango e misturei com 7 partes de água dentro da jarra eu preparei uma jarra de suco de morango.

Essa produção se destaca pela forma em que o aluno elabora perguntas a partir do tema da A1. Entendemos que o aluno parece reproduzir o modelo muito comum em livros didáticos no Brasil, do tipo 'interprete o texto', 'entenda o que se passa na questão e responda', à medida que propõe perguntas para serem respondidas, ao modo de um roteiro. A exemplo, a primeira pergunta é "O que se passa na questão?", sendo imediatamente respondida como "Se passa o preparo de suco". Vislumbramos na situação o resultado de uma performance ritualística, uma vez que a especificidade dessa rotina é a reprodução ou a

imitação de uma ação ou uma performance específica de uma comunidade, que nesse caso representa o formato dos exercícios dos livros e/ou do professor.

No entanto, apesar do problema sugerir ser uma imitação da prática de determinada comunidade, ainda foi possível perceber aspectos de originalidade nessa produção, pois comparando aos demais problemas produzidos pelos outros alunos, foi o único que trilhou esse caminho na elaboração do problema.

Da A2, destacamos a P24A2T9 (Figura 9).

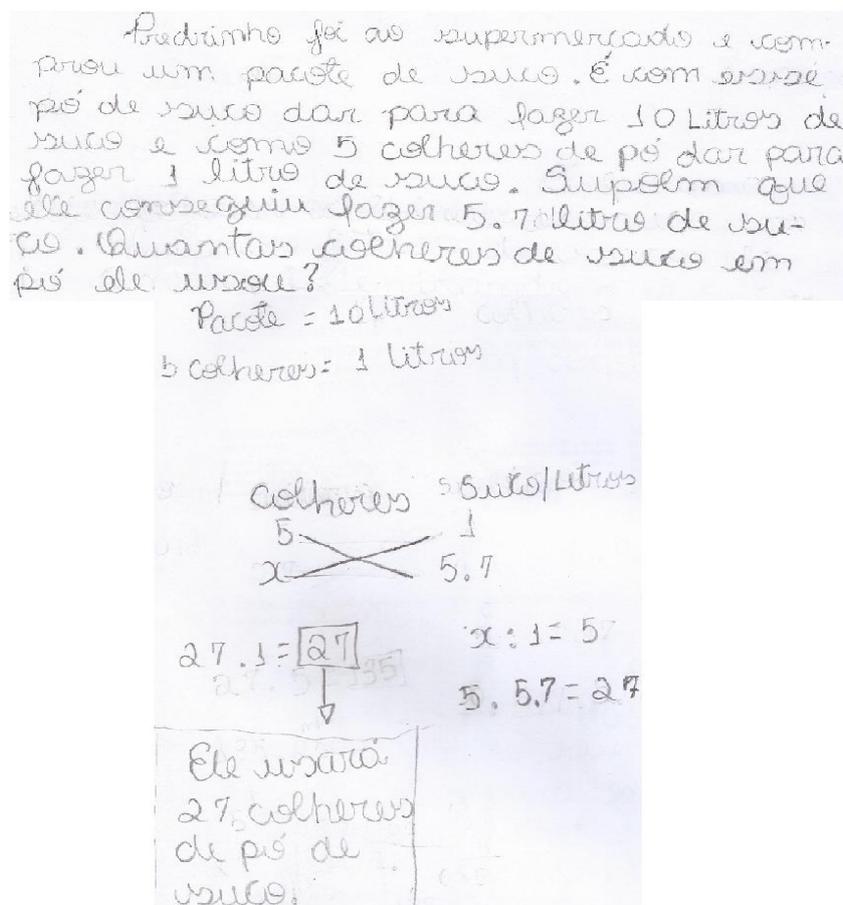


Figura 9: Problema elaborado pelo aluno – P24A2T9

Fonte: Dados da pesquisa

Pedrinho foi ao supermercado e comprou um pacote de suco. É com esse pó de suco dar para fazer 10 litros de suco e como 5 colheres de pó dar para fazer 1 litro de suco. Supõem que ele consegue fazer 5,7 litro de suco. Quantos colheres de suco em pó ele usou?

Ele usará 27 colheres de pó de suco.

Nessa produção, o aluno teve a preocupação em formular uma narrativa trazendo elementos que evidenciam a preparação de um suco, conforme proposto pela A2 (Figura 2). O aluno propõe um problema de proporção envolvendo o pó e a quantidade de litros em que resultaria o suco. Porém, apesar da qualidade na escrita, não foi possível perceber aspectos da

criatividade nessa formulação, uma vez que não ultrapassou os limites da informação contida na atividade.

Quanto à solução apresentada, percebemos a implementação de um ritual, utilizada pelo aluno ao replicar uma metarregra, ação identificada na aplicação do produto dos meios pelos extremos ou regra de três simples. Ou seja, regras para resolver uma proporcionalidade como a apresentada pelo aluno. Apesar do problema representar uma imitação da ação performática de professores na sala de aula, percebemos indícios de originalidade na produção, mesmo que não tenha obtido êxito na resposta. Se comparado com as narrativas dos demais alunos para este tipo de rotina, foi o único a utilizar-se do algoritmo de regras de três no processo de resolução.

Considerações Finais

Essa pesquisa procurou compreender as estratégias e o que estas revelam sobre a criatividade dos alunos em atividades de formulação e solução de problemas do discurso matemático escolar. Como processo de análise, procuramos inicialmente classificar as produções dos alunos com base nas rotinas do discurso matemático a partir dos pressupostos teóricos de Sfard (2008). Essa opção advém da compreensão de que essa teoria pode contribuir no desenvolvimento da criatividade, visto que a autora considera rotina como ações ordenadas e utilizadas pelos discursantes na construção de narrativas. Afirma ainda que no discurso matemático as rotinas estão ligadas a atividades de definir, conjecturar, estimar, dentre outras. Ou seja, nesse processo, de seleção ou de construção de argumentos, o aluno pode manifestar uma ideia com traços de criatividade.

Nesse sentido, entre as rotinas de exploração, atos e rituais implementadas pelos alunos, não nos parece haver diferenças significativas entre as produções criativas, apesar de nas duas primeiras, em contraponto com a última, mostrarem-se mais propícias à criatividade devido à criação de um repertório de argumentações utilizadas para substanciar um discurso. Apesar disso, foi possível identificar elementos da criatividade em atividades de formulação e solução de problemas no que se refere aos aspectos da flexibilidade e originalidade. Dessa forma, a pesquisa corrobora com discussões sobre estratégias envolvidas em Educação Matemática, visto que nossa defesa é em torno do estímulo ao aprimoramento do raciocínio matemático, ou ainda, o despertar do gosto pela descoberta. Além disso, a pesquisa sugere que o aluno envolvido no processo de formulação de problemas pode ampliar seu conhecimento na medida em que pratica e prevê o processo de solução do problema que está apresentando. Nesse processo os alunos procuraram recordar conhecimentos experienciados em outros momentos de suas vivências, sejam escolarizados ou de seu cotidiano, evidenciando assim, a importância do desenvolvimento desse modelo de atividade nas aulas de matemática.

Esperamos ampliar discussões sobre essa temática, já que essa pesquisa identificou poucas produções na área de formulação de problemas. Além disso, contribuir para o

despertar do professor para a implementação desse tipo de atividade em suas práticas docentes.

Referências

- Aiken, L. R. (1973). Ability and creativity in mathematics. *Review of Educational Research*, 43(4), 405-432. <https://doi.org/10.2307/1170074>
- Amaral, N. A. R. (2016). *A criatividade matemática no contexto de uma competição de resolução de problemas*. Tese de Doutorado em Educação. Lisboa: Universidade de Lisboa. Retirado em 12 de agosto, 2020, de: <http://hdl.handle.net/10451/24861>
- Bogdan, R. C., & Biklen, S. K. (1982). *Qualitative research for education*. Boston: Allyn and Bacon, inc.
- Csikszentmihalyi, M. (1998). *Creatividad: El flujo y la psicología de descubrimiento u la invención*. Tradução: José Pedro Tosaus Adadia. Barcelona: Paidós Transiciones.
- Ervynck, G. (1991). Mathematical creativity. In D. Tall (Org.), *Advanced mathematical thinking* (pp. 42-53). Boston: Kluwer Academic.
- Fonseca, M. G. (2015). *Construção e validação de instrumento de medida de criatividade no campo da matemática para estudantes concluintes da educação básica*. [Dissertação de Mestrado em educação]. Brasília: Universidade de Brasília. Retirado em 10 de agosto, 2020, de: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/20203>
- Gontijo, C. H. (2006). Estratégias para o desenvolvimento da criatividade em matemática. *Linhas Críticas*, 12(23), 229-244. <https://doi.org/10.26512/lc.v12i23.3321>
- Gontijo, C. H. (2007). *Relações entre criatividade, criatividade em matemática e motivação em matemática de alunos do ensino médio*. [Tese de Doutorado em Psicologia]. Brasília: Universidade de Brasília. Retirado em 19 de agosto, 2020, de <https://repositorio.unb.br/handle/10482/2528>
- Gontijo, C. H., Silva, E. B., & Carvalho, R. P. F. (2012). A Criatividade e as Situações Didáticas no Ensino e Aprendizagem de Matemática. *Linhas Críticas*, 18 (35), 29-46. Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193523804004>
- Hadamard, J. (1954). *The psychology of invention on the mathematical field*. Dover: New York.
- INEP (2021). *Programa Internacional de Avaliação de Alunos (PISA)*. Brasília: Retirada em 16 de junho, 2022, de: <https://www.gov.br/inep/pt-br/areas-deatuacao/avaliacao-e-exames-educacionais/pisa>
- Lima, V. S. (2001). *Solução de problemas: habilidades matemáticas, flexibilidade de pensamento e criatividade*. Tese de Doutorado em Educação. Campinas: Universidade Estadual de Campinas. Retirada em 4 de agosto, 2020, de: <http://repositorio.unicamp.br/jspui/handle/REPOSIP/253525>
- Ministério da Educação (2018). *Base Nacional Comum Curricular (BNCC)*. Brasília: MEC. Retirado em 01 de novembro, 2019, de: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_-versaofinal_site.pdf

DOI: 10.20396/zet.v31i00.8672196

- Sfard, A. (2008). *Thinking as communicating: human development, the growth of discourses, and mathematizing*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Sternberg, R. J. (2001). What is the common thread of creativity? Its dialectical relation to intelligent and wisdom. *American Psychologist*, 56 (4), 360-362.
<https://doi.org/10.1037/0003-066X.56.4.360>
- Wallas, G. (1973). *The art of thought*. Em P. E. Vernon (Org.), *Creativity* (pp. 91-97). Harmondsworth, UK: Penguin (trabalho original publicado em 1926).