RIDEMA
Revista de Investigação e Divulgação em Educação Matemática

O conceito de variável e a simplificação de expressões algébricas no oitavo ano do Ensino Fundamental: uma análise à luz da Teoria dos Campos Conceituais

The concept of variable and the simplification of algebraic expressions in the eighth year of Elementary School: an analysis in the light of the Theory of Conceptual Fields

Daiane Ribeiro Siqueira de Jesus[1]
Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Gabriela dos Santos Barbosa[2]
Universidade do Estado do Rio de Janeiro

RESUMO

O objetivo deste artigo é analisar as estratégias e os argumentos utilizados por estudantes do 8º ano do Ensino Fundamental no processo de construção do conceito de variável e na simplificação de expressões algébricas. Este trabalho constitui um recorte de uma pesquisa mais ampla, cujo foco foi a construção do pensamento algébrico. A metodologia adotada foi uma pesquisa qualitativa em educação, com características de estudo de caso, fundamentada na Teoria dos Campos Conceituais. Os resultados indicam que a contextualização, por meio de um simulador de expressões algébricas, favorece a diversificação da linguagem e a construção dos significados dos símbolos pelos discentes. Além disso, constatou-se que as experiências prévias dos estudantes com conceitos da álgebra os levaram a associar a álgebra à resolução de equações, sem distinguir claramente entre os conceitos de incógnita e variável.
Palavras-chave: Ensino Fundamental; Pensamento Algébrico; Teoria dos Campos Conceituais.

ABSTRACT

The objective of this article is to analyze the strategies and arguments used by 8th grade students in the process of constructing the concept of variable and simplifying algebraic expressions. This is an excerpt from a broader research that aimed at the construction of algebraic thinking. A qualitative research in education was carried out with characteristics of a case study based on the Theory of Conceptual Fields. The results show that contextualization through an algebraic expression simulator favors the diversification of language and the construction of the meanings of symbols by students. In addition, it was possible to verify that the students' previous experiences with algebra concepts led them to identify algebra with the solution of equations, without making the distinction between the concepts of unknown and variable.
Keywords: Elementary Education; Algebraic thinking; Theory of Conceptual Fields.

[1] Mestre em Educação, Cultura e Comunicação (UERJ) • Professora de Matemática (SEMED), Nova Iguaçu), RJ - Brasil • Rua Principal 2 casa E, Acari, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. CEP: 21531-730. ORCID https://orcid.org/0009-0006-0417-8035. Lattes: http://lattes.cnpq.br/2646326943533239. Email: daianedacruz12@gmail.com.

[2] Doutora em Educação Matemática (PUC-SP) • Professora do Departamento de Educação Matemática (UERJ/FEBF), Duque de Caxias, RJ, Brasil. R. Gen. Manoel Rabelo, s/n - Vila São Luís, Duque de Caxias, RJ, Brasil. CEP:25065-050. ORCID https://orcid.org/0000-0003-4442-6022 Lattes: http://lattes.cnpq.br/4376993135659619 Email: gabrielasb80@hotmail.com.

INTRODUÇÃO

Neste texto, o objetivo é analisar as estratégias e os argumentos utilizados por estudantes do 8º ano do Ensino Fundamental ao serem confrontados com o conceito de variável e com a simplificação de expressões algébricas no estudo da álgebra. Este trabalho constitui um recorte de uma pesquisa mais ampla, cujo propósito foi desenvolver e analisar uma intervenção de ensino que contribuísse para a construção do pensamento algébrico em estudantes do 8º ano de uma escola pública situada em um contexto de periferia. O referencial teórico adotado baseia-se na Teoria dos Campos Conceituais (TCC), de Gérard Vergnaud (1933–2021).

Ao longo do texto, o termo *pensamento algébrico* será preferido em relação ao termo *álgebra*. Contrapondo-se à prática baseada apenas em algoritmos, concordamos com Kaput e Blanton (2005), que defendem a necessidade de a atividade algébrica valorizar a produção de significados, os quais devem ser investigados e justificados. Esses autores argumentam que a álgebra deve ser introduzida desde os anos iniciais, com a inserção de ideias como generalização e padrões por meio da aritmética, rompendo com a visão de que álgebra e aritmética são partes distintas da Matemática. Bilhalva (2020) alerta que essa separação entre álgebra e aritmética pode gerar noções equivocadas nos estudantes,

> Por exemplo, quando os alunos encontram uma expressão do tipo x + 2, tendem a somar os elementos, juntando todos, como na aritmética (encontrando 3x), como se fosse possível somar um número com parte literal a outro sem, afinal, para eles o sinal de igualdade implica em um resultado (alguns, chegam a “sumir” com o símbolo x, pois, ele não tem significado para esses alunos) (BILHALVA, 2020, p. 24).

É importante ressaltar que, assim como Bilhalva (2020), não nos opomos totalmente à ideia de que a álgebra pode ser interpretada como a generalização da aritmética, mas negamos que essa seja a única forma válida de abordar os conteúdos algébricos. É essencial considerar as diferenças entre essas áreas da Matemática: enquanto a aritmética busca soluções concretas, a álgebra se dedica a situações genéricas. Nesse sentido, Fiorentini, Miorin e Miguel (1993) apontam como elementos do pensamento algébrico: a percepção de regularidades; a identificação de aspectos invariantes em contraste com aqueles que variam; as tentativas de expressar ou explicitar a estrutura de uma situação-problema; e a presença de processos de generalização.

Os autores afirmam que pensar algebricamente é sempre pensar de acordo com essas características. Assim, para que o pensamento algébrico seja desenvolvido, é necessário que os estudantes sejam capazes de investigar regularidades, sistematizar propriedades, resolver e discutir problemas algébricos, modelar situações e identificar padrões entre informações distintas.

No que diz respeito à linguagem pela qual o pensamento algébrico pode ser manifestado, Fiorentini, Miguel e Miorim (1993) afirmam que não existe apenas uma forma de linguagem. É possível expressá-lo mediante a linguagem natural, através da aritmética, da geometria ou de uma linguagem específica, conhecida como linguagem algébrica de maneira simbólica. Os autores concluem que é fundamental repensar a relação entre a educação algébrica e o pensamento algébrico.

Como mencionado anteriormente, o público-alvo desta pesquisa é composto por estudantes dos anos finais do Ensino Fundamental, especificamente do 8º ano. A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) apresenta diretrizes para essa etapa de aprendizagem, destacando que as escolas devem proporcionar aos alunos um ensino voltado para a compreensão dos significados dos objetos matemáticos. O documento enfatiza que "nessa fase, precisa ser destacada a importância da comunicação em linguagem matemática com o uso da linguagem simbólica, da representação e da argumentação" (BRASIL, 2017, p. 300). Dessa forma, a aprendizagem da álgebra ganha relevância nessa etapa, e, entre os conceitos algébricos mais importantes, destacam-se os de variável e incógnita.

A construção do conceito de variável e a simplificação de expressões algébricas são o foco deste trabalho. Para facilitar sua compreensão, a próxima seção apresenta uma síntese das principais ideias da Teoria dos Campos Conceituais (TCC), teoria cognitiva que fundamenta nossa análise. Em seguida, são descritas a metodologia da pesquisa, a análise dos resultados e, por fim, nossas considerações finais.

TEORIA DOS CAMPOS CONCEITUAIS

A Teoria dos Campos Conceituais (TCC) recebe esse nome porque, de acordo com seus fundamentos, um conceito não pode ser aprendido isoladamente. Sua aprendizagem está sempre associada a outros conceitos, compondo um campo conceitual (VERGNAUD, 1993).

Entre os principais elementos da TCC estão as situações, os esquemas, os invariantes operatórios — implícitos (teoremas-em-ação e conceitos-em-ação) e explícitos —, e a noção de conceito. Vergnaud (1993) afirma que o domínio do conhecimento em um campo conceitual requer tempo, experiência, maturidade e aprendizagem. Dessa forma, a superação de dificuldades conceituais não ocorre instantaneamente. Além disso, Vergnaud defende que um conceito não pode ser reduzido à sua definição e, assim, deve ser representado por uma tríade (S, I, R):

● Situações (S): Conjunto de situações que dão sentido aos conceitos (combinação de tarefas);

● Invariantes (I): Conjunto dos invariantes que formam as propriedades dos sujeitos (significado);

● Representações (R): Conjunto das representações simbólicas que são usadas para representar as situações e os procedimentos (significante).

Com base nessa tríade, é possível compreender aspectos do processo de aprendizagem, considerando que um conceito não se forma em uma única situação, e que uma situação não pode ser analisada apenas com base em um conceito (VERGNAUD, 1990).

Em relação às situações, Vergnaud (1993, p.1) afirma que é *"através das situações e dos problemas a resolver que um conceito adquire sentido para a criança"*. Essas situações podem ser classificadas em duas categorias:

a) Classes de situações nas quais os estudantes possuem competências necessárias para resolvê-las imediatamente;

b) Classes de situações nas quais os estudantes não possuem todas as competências necessárias, exigindo tempo para aprendizagem, o que pode resultar em sucessos e fracassos ao longo do processo.

É relevante esclarecer que, segundo essa teoria, o conceito de situação não tem o mesmo sentido de situação didática, mas sim o de tarefa, conforme ressalta Vergnaud (1993). O autor explica que a dificuldade de uma tarefa *"não é nem a soma nem o produto da dificuldade das diferentes subtarefas. É claro, contudo, que o fracasso em uma subtarefa provoca o fracasso global"* (VERGNAUD; 1993, p. 9). Dessa maneira, toda situação complexa pode ser interpretada como uma combinação de tarefas específicas, cuja natureza e dificuldade devem ser bem compreendidas.

Para as duas classes de situações anteriormente apresentadas, faz-se necessário o uso de esquemas, embora seu funcionamento seja distinto em cada caso. Os esquemas foram inicialmente introduzidos por Piaget como uma forma de explicar a organização das habilidades sensório-motoras e intelectuais. Nesse contexto, Vergnaud (1993) apropria-se do conceito de esquema, mas coloca o foco no sujeito em ação. Assim, um esquema deve ser composto por regras e pode ser eficaz em diversas situações:

> [...] emprestado de Piaget aspectos importantes do seu trabalho: primeiro o conceito de esquema, que possui uma larga interpretação, que o conhecimento é adaptado (acomodação e assimilação), bem como Piaget conceituou globalmente que a ação e representação fazem parte do desenvolvimento. (VERGNAUD, 1990, p. 84).

Na Teoria dos Campos Conceituais, Vergnaud (1993, p. 2) define os esquemas como *"a organização invariante do comportamento para uma classe de situações dada"*. Esses esquemas são constituídos pelos conhecimentos-em-ação do sujeito, ou seja, elementos cognitivos que tornam a ação operatória. Um exemplo clássico é o esquema de resolução de equações da forma $ax + b = c$. Para esse tipo de equação, quando os valores de a, b e c são positivos e $b < c$, o esquema atinge rapidamente um grau elevado de disponibilidade e de confiabilidade nos estudantes iniciantes em álgebra. As resoluções apresentadas pelos estudantes revelam uma organização invariante sobre o que aprenderam com os teoremas, como subtrair "b" dos dois membros para conservar a igualdade ou dividir os dois membros por "a" a fim de também conservá-la.

Vergnaud (1990) afirma que os esquemas são dispositivos do mesmo tipo lógico que os algoritmos, podendo ser suficientes ou insuficientes para determinadas situações. Embora muitas vezes eficazes, nem sempre são efetivos. Quando um esquema se torna ineficaz, a experiência pode levar o estudante a buscar um novo esquema para atingir seu objetivo.

O campo conceitual algébrico pode ser definido como o conjunto de situações, representações e invariantes necessários à construção de conceitos algébricos (KLOPSCH, 2010). Reconhecer os esquemas necessários para esse campo é essencial para analisar as dificuldades enfrentadas pelos estudantes em álgebra. Segundo Vergnaud (2014), com base nos conhecimentos aritméticos, a álgebra representa um grande desvio formal e apresenta características que a diferenciam da aritmética, como descrito no Quadro 1.

Quadro 1 - Diferenças entre aritmética e álgebra

Aritmética	Álgebra
incógnitas intermediárias	extração de relações pertinentes
escolha intuitiva dos dados	expressões formais dos enunciados e das operações
operações na boa ordem	algoritmo
controladas pelo sentido	controle: regras e modelo adequado

Fonte: Vergnaud (2019).

Segundo o autor, para operar na álgebra é necessário um “roteiro-algoritmo”, como a resolução de uma equação. Quando se resolve uma equação, apesar de estarem presentes operações aritméticas simples, os alunos apresentam muitas dificuldades, pois ainda precisam desenvolver competências novas. Essas competências representam a ruptura com a aritmética. Vergnaud (2014) as apresenta como:

> 1- Saber o que fazer diante de uma equação dada, atingir um certo objetivo, respeitar as regras. 2- Saber colocar um problema em equação extrair as relações pertinentes, controlar sua independência. 3- Identificar os objetos matemáticos novos equação e incógnita, função e variável. 4 - Reconhecer a função da álgebra resolver problemas incômodos; provar uma relação (VERGNAUD; 2014, p. 17)

Essas competências abarcam níveis distintos de conceitualização. As duas primeiras têm base nos esquemas de Piaget, a terceira está relacionada a conceituações explícitas; e a quarta é metacognitiva (VERGNAUD; 2014).

Para exemplificar o uso de esquemas, Kikuchi (2019) apresenta um quadro que destaca os esquemas mobilizados no conteúdo principal da propriedade distributiva, dentro do campo conceitual das estruturas algébricas. A autora afirma que *"esquemas geram uma classe de condutas associadas a uma situação específica, atuando como um organizador do pensamento"* (KIKUCHI; 2019, p. 68). Além disso, Kikuchi observa que, para cada esquema, é possível identificar dúvidas manifestadas pelos estudantes.

doi 10.34019/2594-4673.

METODOLOGIA

Em relação ao tipo de pesquisa, é possível classificar a pesquisa aqui apresentada como uma pesquisa qualitativa, que, de acordo com Minayo (1994, p. 21), "[…] trabalha um "universo de significados, motivos, aspirações, crenças, valores e atitudes, o que corresponde a um espaço mais profundo das relações, dos processos e dos fenômenos que não podem ser reduzidos à operacionalização de variáveis".

A escolha por esse tipo de pesquisa se justifica pelo objetivo principal: investigar, com base na Teoria dos Campos Conceituais, as estratégias e argumentos dos estudantes ao lidarem com situações que envolvem o conceito algébrico de variável. Realizamos uma intervenção de ensino e, sobre esses aspectos, Gil (2002) afirma que:

> A análise qualitativa depende de muitos fatores, tais como a natureza dos dados coletados, a extensão da amostra, os instrumentos de pesquisa e os pressupostos teóricos que nortearam a investigação. Pode-se, no entanto, definir esse processo como uma sequência de atividades, que envolve a redução dos dados, a categorização desses dados, sua interpretação e a redação do relatório. (GIL; 2002, p. 133).

A pesquisa foi realizada com 42 estudantes de uma turma do 8º ano de uma escola pública estadual localizada no município de Duque de Caxias/RJ, no segundo semestre de 2023. A escolha dessa etapa de ensino se deu porque os estudantes começam a ter contato com a álgebra a partir do 7º ano. Dessa forma, esperava-se que eles fossem capazes de dialogar sobre esse conteúdo.

Por tratar-se de um estudo desenvolvido em um contexto particular — uma turma específica do 8º ano —, a pesquisa pode ser caracterizada como um estudo de caso (LÜDKE; ANDRÉ, 1986). Essa abordagem metodológica leva em consideração a complexidade do contexto investigado, reconhecendo a singularidade de cada sujeito. Segundo as autoras, o estudo de caso envolve a participação direta do pesquisador na situação para a obtenção de dados, enfatizando mais o processo do que o produto e considerando a perspectiva dos participantes.

A coleta de dados foi realizada ao longo de uma aula de três tempos, cada um com 50 minutos, totalizando aproximadamente 150 minutos. Desse total, cerca de 20 minutos foram utilizados para deslocar os estudantes da sala de aula até o *espaço maker*, onde estavam localizados os computadores.

A intervenção foi composta pelo uso de um simulador de expressões algébricas disponível no site *PhET Interactive Simulations*. Optou-se por esse recurso tecnológico devido ao interesse dos estudantes por ferramentas digitais e à facilidade com que eles as utilizam. Além disso, concordamos com Borba e Penteado (2016), que argumentam que o uso de tecnologias digitais no ambiente educacional possibilita aos estudantes a construção de conhecimento por meio da experimentação e da visualização da dinâmica presente na manipulação dos recursos disponíveis nas ferramentas digitais.

Divididos em duplas, os estudantes acessaram o simulador para responder às cinco questões apresentadas no Quadro 2 a seguir:

Quadro 2 - Roteiro para exploração do simulador

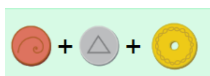
1. É momento de explorar o jogo. Na sua opinião, do que se trata essa plataforma?

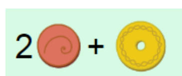
2. Quando você sobrepõe dois termos, às vezes aparece um brilho amarelo e às vezes não.

O que está acontecendo quando você vê o brilho amarelo?

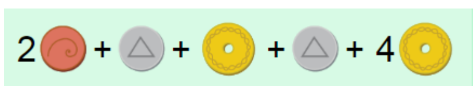
O que está acontecendo quando você não vê um brilho amarelo?

3. Construa as seguintes expressões (uma de cada vez)





4. Monte a seguinte expressão:



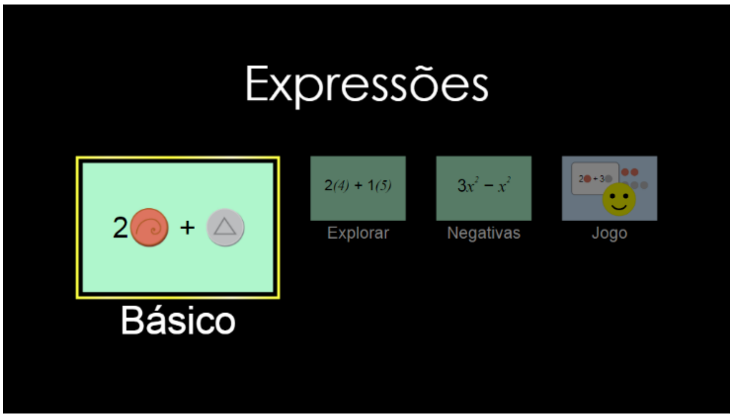
É possível torná-la mais simples (menor) mantendo a mesma quantidade de moedas? Se sim, como?

5. Após simplificar a expressão, faça a mudança do modo “moeda” para o modo “x”. Qual expressão apareceu na tela? Escreva abaixo:

Fonte: Dados da pesquisa (2024).

Na figura a seguir é apresentada a tela inicial do simulador.

Figura 1 - Visualização inicial do simulador



Fonte: Simulações Phet (2023).

Utilizando os itens *Básico* e *explorar*, os estudantes puderam se familiarizar com as ferramentas do simulador, compreender o que significa sobrepor moedas, identificar expressões algébricas e reconhecer que elas podem ser simplificadas por meio da adição de termos semelhantes.

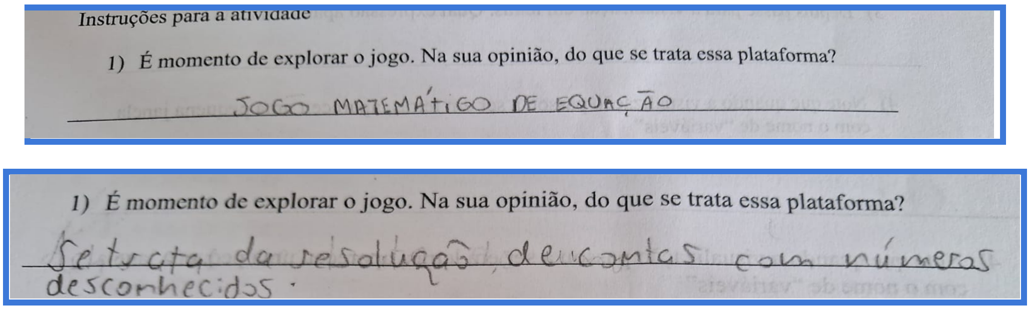
Toda a intervenção foi gravada, e as falas foram transcritas. Na próxima seção, ao apresentarmos trechos das transcrições, a fim de preservar as identidades dos participantes, associamos cada um a uma letra maiúscula do alfabeto, sendo a pesquisadora identificada pela letra M.

ANÁLISE DE DADOS

Inicialmente, colocamos instruções na lousa para que os estudantes ligassem os computadores e acessassem o site do simulador. Foi possível observar uma boa disposição dos estudantes para participar da atividade, motivada principalmente pelo uso dos computadores. Segundo a professora da turma, fazia algum tempo que os estudantes não utilizavam esse recurso.

Na primeira pergunta que propusemos, buscamos instigar os estudantes sobre o simulador e seus possíveis usos no estudo da simplificação de expressões:

Figura 2 - Primeira pergunta do roteiro


Instruções para a atividade

1) É momento de explorar o jogo. Na sua opinião, do que se trata essa plataforma?

JOGO MATEMÁTIGO DE EQUAÇÃO

1) É momento de explorar o jogo. Na sua opinião, do que se trata essa plataforma?

Se trata da resolução de contas com números desconhecidos.

Fonte: Dados da pesquisa (2024).

Apesar do título da tela ser *Expressões*, como pode ser visto na Figura 1, os estudantes relacionaram a atividade com o cálculo de um valor desconhecido. O diálogo a seguir reforça esta ideia:

M.: Por que vocês acham que esse simulador é para encontrar um valor desconhecido?

A.: Por que se é álgebra, a gente encontra o valor de x.

As falas dos estudantes revelaram uma concepção de álgebra restrita ao estudo de procedimentos; ou seja, interpretam as variáveis como se fossem incógnitas. De acordo com Usiskin (1999), os estudantes apresentam essas dificuldades por não compreenderem o significado e a finalidade das letras nas expressões. Sob a ótica da Teoria dos Campos Conceituais, inferimos também que, em ocasiões anteriores a esta, eles tiveram acesso às representações e esquemas relacionados à álgebra, sem, contudo, compreender adequadamente as situações em que são empregados (VERGNAUD, 1990).

Para que os estudantes respondessem à segunda pergunta, referente à sobreposição de moedas, foi necessário oferecer instruções sobre o uso do simulador, passando por todas as mesas. Os atendimentos individuais, associados à reflexão coletiva transcrita a seguir, criaram condições para que os estudantes avançassem no uso do simulador, ao mesmo tempo em que compreendiam a simplificação de expressões algébricas:

J.: Professora, o que é sobrepor dois termos?

M.: Colocar por cima. Vamos observar aqui. Peguem uma moeda e a arrastem para o centro da tela. Depois peguem outra moeda igual e tentem juntar as duas. O que acontece?

J.: Apareceu o brilho amarelo e elas se juntaram.

M.: Agora peguem uma moeda diferente. Façam o mesmo, tentem juntar com as duas moedas.

J.: Não dá pra juntar.

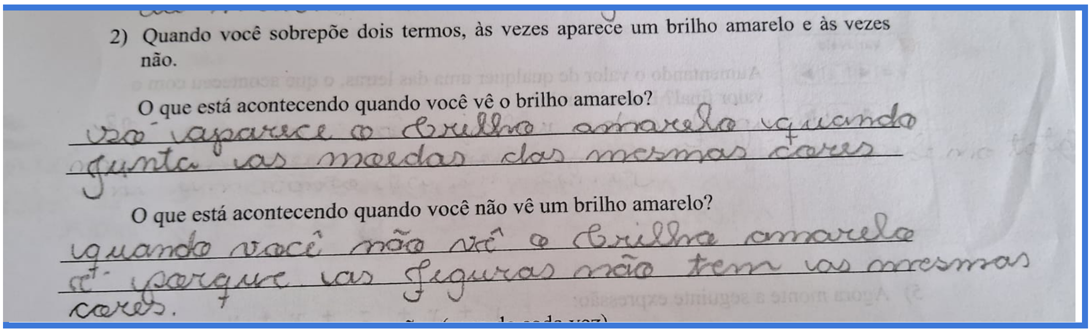
M.: E vocês sabem o porquê?

A.: Por que elas têm cores diferentes, né?

M.: Sim. Mas somente as cores?

Após essa reflexão coletiva, os estudantes tiveram um tempo para responderem à segunda pergunta. Em suas respostas, foi possível observar que houve diferentes percepções sobre a situação. Algumas duplas relacionaram o fato de as moedas se juntarem ou não à semelhança ou diferença entre elas, usando como atributo para a diferenciação apenas a cor, como mostra a figura a seguir:

Figura 3 - Segunda pergunta do roteiro


2) Quando você sobrepõe dois termos, às vezes aparece um brilho amarelo e às vezes não.

O que está acontecendo quando você vê o brilho amarelo?

só aparece o brilho amarelo quando junta as moedas das mesmas cores

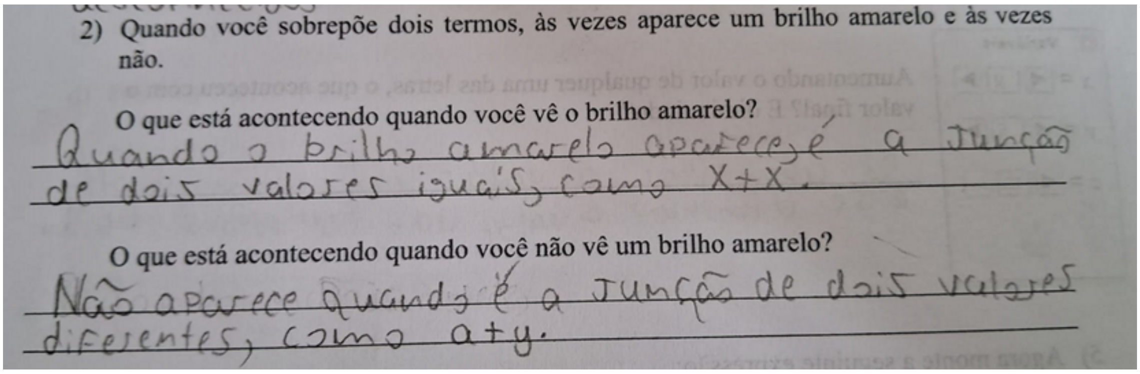
O que está acontecendo quando você não vê um brilho amarelo?

quando você não vê o brilho amarelo é porque as figuras não tem as mesmas cores.

Fonte: Dados da pesquisa (2024).

Demonstrando compreender que as moedas substituem valores numéricos, outras duplas mencionaram expressões como *valor igual* e *valor diferente* para justificar a ocorrência ou não do brilho. Além disso, apesar de a atividade até aquele momento não exigir que os estudantes utilizassem notação algébrica, houve uma dupla que associou a ocorrência do brilho à soma de dois termos semelhantes, a não ocorrência à soma de termos diferentes e expressaram essas ideias utilizando a simbologia usada no estudo de álgebra, como pode ser verificado na figura a seguir:

Figura 4 - Soma de termos em uma expressão algébrica



2) Quando você sobrepõe dois termos, às vezes aparece um brilho amarelo e às vezes não.

O que está acontecendo quando você vê o brilho amarelo?

Quando o brilho amarelo aparece, é a junção de dois valores iguais, como X+X.

O que está acontecendo quando você não vê um brilho amarelo?

Não aparece quando é a junção de dois valores diferentes, como a+y.

Fonte: Dados da pesquisa (2024).

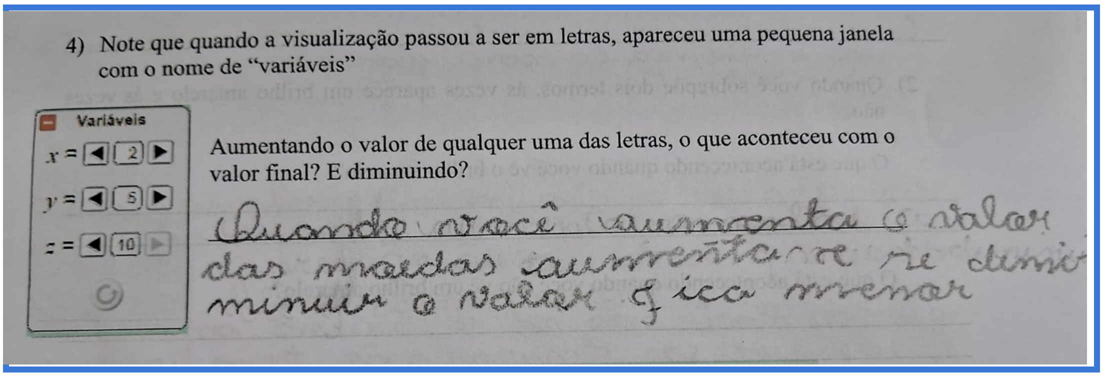
Fundamentados em Vergnaud (1990), identificamos dois conhecimentos distintos presentes na ação dos estudantes para justificar suas respostas à questão 2. O primeiro conhecimento se restringia à observação da imagem da moeda, e o segundo, mais embasado matematicamente, considerava que moedas diferentes correspondiam a valores distintos; portanto, eram termos diferentes, e não era possível simplificar as expressões por meio da adição desses termos.

Com relação às representações, a imagem das moedas já funcionava como uma representação. A notação algébrica era outra forma de representar. Esta constatação está em conformidade com a Teoria dos Campos Conceituais (VERGNAUD, 1990), que afirma a possibilidade de múltiplas representações para uma mesma situação e destaca que o trânsito entre as representações favorece o processo de construção dos conceitos.

Nesse sentido, as questões 3 e 4, que levavam os estudantes a utilizarem a ferramenta *visualização em letras* do simulador, permitiram que todos transferissem expressões algébricas da representação em moedas para a representação em letras e vice-versa.

É importante destacar também que a utilização dessa ferramenta abriu caminho para a reflexão coletiva sobre o entendimento do conceito de variável. Quando os estudantes acionavam a *visualização em letras*, automaticamente se abria um quadro que permitia a substituição de valores nas variáveis e a observação das mudanças no valor numérico das expressões conforme os números substituídos nas variáveis eram alterados, como mostra a figura a seguir:

Figura 5 - Alteração das variáveis no simulador



Fonte: Dados da pesquisa (2024).

A transcrição de uma parte da reflexão coletiva ocorrida neste momento reforça as evidências dessa constatação por parte dos estudantes:

M.: O que vocês entenderam sobre mudar o valor das variáveis?

F.: O valor final muda.

M.: Muda como?

C.: Por exemplo, se a gente aumentar o valor de x para 3, o valor final é 13.

M.: E se vocês diminuírem, o que acontece com o valor final?

F.: Vai diminuir.

Quanto à simplificação de expressões, proposta na questão 5, algumas respostas nos chamaram atenção. Por exemplo, as respostas *"Sim, juntando as moedas duas vermelhas, duas cinzas e cinco amarela"* e *"Juntando as moedas com o mesmo valor"* sinalizaram que, mesmo com o avanço das reflexões favorecido pela utilização de mais uma ferramenta do simulador, parte dos estudantes ainda se atinha apenas à aparência das moedas, enquanto outra parte já compreendia que as moedas substituíam valores que podiam variar. Segundo a Teoria dos Campos Conceituais (VERGNAUD, 1990), o domínio gradual das representações associadas ao conceito pode favorecer a conceitualização; no entanto, esse processo não ocorre de forma linear. Ele é marcado por avanços e retrocessos, sendo necessário um trabalho contínuo que favoreça a construção dos significados dos símbolos pelos estudantes.

Já a resposta *"Sim, é só trocar as moedas de 5 por moedas de 10"* nos sugeriu que os estudantes que a formularam recorriam ao pensamento aritmético para lidar come uma situação algébrica, algo previsto por Fiorentini, Miorin e Miguel (1993), entre outros.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Descrevemos e analisamos neste artigo os dados de uma pesquisa que visava identificar as estratégias e os argumentos utilizados por estudantes do 8º ano do Ensino Fundamental no processo de construção do conceito de variável e de simplificação de expressões algébricas.

No *espaço maker* da escola, os estudantes utilizaram um simulador de expressões algébricas. Utilizamos a Teoria dos Campos Conceituais como fundamentação teórica, e os resultados mostram que a contextualização por meio desse simulador favoreceu a diversificação da linguagem e a construção dos significados dos símbolos pelos estudantes. Além disso, foi possível verificar que as experiências anteriores dos estudantes com conceitos da álgebra os levaram a associar a álgebra à resolução de equações, sem que fizessem a distinção entre os conceitos de incógnita e variável.

Com base nesta pesquisa de campo, pudemos constatar que a generalização necessária para a compreensão do campo conceitual algébrico não é desenvolvida de imediato. Como todo processo de construção de conceitos, não se trata de um processo linear, sendo marcado por pontos de aproximação e de ruptura entre o pensamento algébrico e o pensamento aritmético. Por isso, concordamos com Fiorentini, Miorin e Miguel (1993), que afirmam a necessidade de iniciar precocemente a educação algébrica.

Pensando no estudante como sujeito principal no processo de aprendizagem, é importante propiciar-lhe atividades de percepção de padrões e de comparação de situações com aspectos variantes e outros que não variam, desde os anos iniciais. Assim, ao chegarem ao 8º ano, estarão mais familiarizados com essas atividades.

REFERÊNCIAS

BILHALVA, A. S. **Investigando o Pensamento Algébrico à luz da Teoria dos Campos Conceituais**. Orientadora: Daniela Stevanin Hoffmann. 2020. 108 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Instituto de Física e Matemática, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2020.

BORBA, M. C.; PENTEADO, M. G. **Informática e Educação Matemática**. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2016.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2017.

FIORENTINI, D.; MIORIM, M. Â.; MIGUEL, A. Contribuição para um repensar a Educação Algébrica Elementar**. Pro-Posições**, Campinas, v. 4, n. 1, p. 78-90, março 1993.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

KIKUCHI, L. M. A **Teoria dos Campos Conceituais e os invariantes operatórios no conteúdo de Álgebra**. 445 f. Tese (Doutorado em Educação) – Programa de Pós-graduação em Educação, Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019.

KLOPSCH, C. **Campo conceitual algébrico: análise das noções a serem aprendidas e dificuldades correlatas encontradas pelos estudantes ao final do ensino fundamental (8ª série/9º ano)**. Dissertação (Mestrado em Psicologia Cognitiva) – Programa de Pós-graduação em Psicologia Cognitiva, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2010.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.

MINAYO, M. C. S. Ciência, Técnica e Arte: O Desafio da Pesquisa Social. **Pesquisa Social: teoria, método e criatividade**, v. 18, p. 31-50, 1994.

USISKIN, Z. Concepções sobre a álgebra da escola média e utilizações das variáveis. In: COXFORD, A. F.; SHULTE, A. P. (Orgs.). **As idéias da álgebra**. Tradução de Hygino H. Domingues. São Paulo: Atual, 1995. p. 9-22.

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

VERGNAUD, G. La Théorie des Champs Conceptuels. **RDM**, v. 10, n. 23, p. 133-170, 1990.

VERGNAUD, G. Quais questões a teoria dos campos conceituais busca responder?/A quelles questions la théorie des champs conceptuels essaie-t-elle de répondre?. **Caminhos da Educação Matemática em Revista** (Online), v. 9, n. 1, 2019.

VERGNAUD, G. Teoria dos Campos Conceituais. In: NASSER, L. (Ed.). **Anais do 1º Seminário Internacional de Educação Matemática do Rio de Janeiro**, 1993. p. 1-26.

HISTÓRICO

Submetido: 21 de agosto de 2024.
Aprovado: 20 de novembro de 2024.
Publicado: 13 de dezembro de 2024.