

## CONCEPÇÕES DE ÁLGEBRA: ANÁLISE DAS QUESTÕES DO SAEPE NO PERÍODO DE 2016-2018

### ALGEBRA CONCEPTIONS: ANALYSIS OF SAEPE ISSUES IN THE 2016-2018 PERIOD

Maria Manuela Figuerêdo Silva<sup>1</sup>

 ORCID iD: [0000-0003-4365-4699](https://orcid.org/0000-0003-4365-4699)

Rosana Maria da Silva<sup>2</sup>

 ORCID iD: [0000-0002-1776-7342](https://orcid.org/0000-0002-1776-7342)

#### RESUMO

O objetivo da presente pesquisa foi analisar as concepções de Álgebra nos itens da prova do Sistema de Avaliação da Educação Básica de Pernambuco (SAEPE), no período de 2016 a 2018. A fundamentação teórica apoia-se nas concepções de Álgebra de Usiskin (1995). Nossa metodologia de pesquisa é de caráter qualitativa e quantitativa, se baseia na análise documental da avaliação sistêmica do SAEPE 2016-2018, em procedimentos metodológicos adotados nas competências estabelecidas, na análise e descrição dos tipos de concepções algébricas (USISKIN, 1995) presentes nas questões de Álgebra. Nas edições analisadas, constatamos 78 questões de matemática, sendo 30 relacionadas às concepções de Álgebra. Dentre as 30 questões pesquisadas, observou-se que o foco principal da avaliação em termos de concepções algébricas se dá em torno da Álgebra como estruturas, em apenas uma questão foi identificada a concepção de Álgebra como estudo de relações entre grandezas.

**Palavras-chave:** Concepções de Álgebra. SAEPE. Ensino médio.

#### ABSTRACT

The objective of the present study is to analyze the Algebra conceptions in the test items of the Basic Education Assessment System of Pernambuco (SAEPE), from 2016 to 2018. A theoretical foundation supported by Usiskin's Algebra conceptions (1995). Our research methodology is qualitative and quantitative, based on the documentary analysis of the systemic evaluation of SAEPE 2016-2018, on methodological procedures adopted in the competencies, on the analysis and description of the types of algebraic conceptions (USISKIN, 1995). of Algebra. In the editions analyzed, we found 78 mathematical questions, 30 of which were related to Algebra conceptions. Among 30 questions surveyed, what are the main evaluation questions in terms of Algebraic conceptions, as in Algebra as structures, in only one question identified as Algebra as a study of relationships between greatness.

**Keywords/Palabras clave:** Algebra Conceptions. SAEPE. Secondary school.

<sup>1</sup> Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática e Tecnológica (EDUMATEC - UFPE). Pesquisadora independente. Endereço para correspondência: Rua Nova, 88, Ferreiros, Recife, Pernambuco, Brasil, CEP: 55880-000. E-mail: [manuelafiguereado19@gmail.com](mailto:manuelafiguereado19@gmail.com).

<sup>2</sup> Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática e Tecnológica (EDUMATEC - UFPE). Pesquisadora independente. Endereço para correspondência: Rua Professor Pedro Jorge, 05, Passira, Pernambuco, Brasil, CEP: 55650-000. E-mail: [rosanamaria386@gmail.com](mailto:rosanamaria386@gmail.com).

## 1 INTRODUÇÃO

O ensino de Álgebra na educação básica atualmente, é proposto na perspectiva do desenvolvimento do pensamento algébrico, em concordância com parâmetros oficiais para o ensino da matemática, como os propostos nos Parâmetros Curriculares do Estado de Pernambuco (PCPE, 2012) onde, o ensino da Álgebra desde os anos iniciais do ensino fundamental estimule o pensamento algébrico. A Álgebra na educação básica tem a pretensão de possibilitar aos alunos a construção de significados concretos, e assim, compreender as generalizações.

Contraditoriamente, algumas propostas didáticas persistem em um ensino por meio de procedimentos e modelos, o que poderá limitar a autonomia do aluno na análise de questões mais complexas de Álgebra. Otte et al. (2020) destacam que, “quando deparamos com algo novo e completamente desconhecido, a única coisa que podemos fazer é representá-lo por meio de algum símbolo ou nome arbitrário” (p. 91).

No entanto, na educação básica, o estudante deve ser levado a compreender que a Álgebra vai além da manipulação simbólica, assim como proposto nos parâmetros oficiais. A abordagem da Álgebra nas salas de aula deve ser influenciada pelas expectativas de aprendizagem descritas nos parâmetros curriculares e também pelas avaliações externas, visando a uniformidade e eficácia do ensino vinculados a esses meios.

No estado de Pernambuco, por exemplo, destacamos o SAEPE (Sistema de Avaliação da Educação Básica do Estado de Pernambuco) que realiza avaliações nas turmas do 2º, 5º, 9º anos do ensino fundamental e do 3º do ensino médio. As turmas são avaliadas através de descritores que foram elaborados de acordo com o PCPE (2012), destacamos que os resultados destas avaliações interferem não só na ação da escola, mas também na ação do professor.

Tendo em vista a preparação das escolas públicas do estado de Pernambuco para realizarem as avaliações externas, de acordo com os descritores previstos no SAEPE, e em como estão relacionados ao processo de ensino e aprendizagem considerando as contribuições de Usiskin (1995) de compreensão da Álgebra, surgiu a seguinte inquietação: quais concepções algébricas apresentadas por Usiskin podem ser identificadas nas três últimas edições do SAEPE do Ensino Médio? Desse modo, o objetivo deste artigo é analisar as concepções de Álgebra nas questões de matemática das três últimas edições do SAEPE (2016-2018), identificando os tipos de concepções algébricas presentes nas questões.

Nossa pesquisa é de caráter qualitativo e quantitativa, baseada na análise documental das avaliações sistêmicas. Analisamos as avaliações do SAEPE aplicadas as turmas do 3º ano do ensino médio, no período de 2016 a 2018, optamos por esta etapa do ensino, pois corresponde a conclusão da educação básica, e assim, pode-se identificar os conhecimentos algébricos construídos através dos descritores exigidos para o ensino médio, outro critério é que as provas do ensino médio são as únicas disponibilizadas para o público em geral.

Trataremos nos próximos capítulos das principais concepções que cercam o sistema de avaliação educacional de Pernambuco, reservando o item 2 para o sistema de avaliação como um todo, o capítulo 3 trata da fundamentação teórica da pesquisa e em seguida, no item 4, o percurso metodológico adotado. A análise e discussão dos resultados, no capítulo 5 sugere dados importantes para o entendimento da relação entre as avaliações externas, e os conceitos propostos para a educação básica do estado. O capítulo 6 aponta as principais conclusões da pesquisa e sua importância para a pesquisa científica voltada para o ensino da matemática na educação básica.

## **2 SISTEMA DE AVALIAÇÃO EDUCACIONAL DE PERNAMBUCO**

As avaliações educacionais externas implementadas em larga escala pelos órgãos oficiais, em nível estadual e federal, verificam os dados relativos ao ensino e a aprendizagem em diferentes contextos, tornando-se um instrumento para elaboração de políticas públicas eficazes, garantindo o direito a educação gratuita e de qualidade para todos. Essas avaliações permitem observar o desempenho da escola e de toda a rede educacional, abrindo caminhos para estratégias de melhorias no ensino.

Atualmente ocorrem duas avaliações de grande impacto no estado de Pernambuco: O SAEB (Sistema de Avaliação da Educação Básica) uma avaliação federal realizada a cada dois anos, a fim de realizar um diagnóstico da educação brasileira; e o SAEPE que é uma avaliação estadual realizada anualmente.

O SAEPE é um instrumento de avaliação do desempenho dos estudantes da rede pública estadual e municipal. De acordo com o Sistema de Informações da Educação de Pernambuco (SIEPE, 2019), o SAEPE foi realizado pela primeira vez em 2000, três edições foram realizadas até 2005 nas turmas do 3º, 5º e 9º anos do ensino fundamental, e do 3º ano do ensino médio, com a aplicação de testes padronizados das disciplinas de português e matemática.

A partir de 2008, as avaliações do SAEPE são realizadas anualmente. Em 2016, o programa substituiu a avaliação do 3º ano do ensino fundamental pela do 2º ano do ensino fundamental, com o intuito de avaliar o desenvolvimento do processo de alfabetização em língua portuguesa e matemática a tempo de desenvolver as ações necessárias para eventuais ajustes durante o ciclo (PERNAMBUCO, 2017).

Os principais objetivos do SAEPE são: a produção de informações sobre o nível de domínio dos estudantes nas habilidades e competências consideradas essenciais, de acordo com o período de escolaridade avaliado; monitorar o desempenho dos estudantes ao longo do tempo, como forma de avaliar continuamente o projeto pedagógico de cada escola; contribuir diretamente para a adaptação das práticas de ensino às necessidades dos alunos, diagnosticadas por meio dos instrumentos de avaliação; e compor em conjunto com as taxas de aprovação verificadas pelo Censo Escolar, o Índice de Desenvolvimento da Educação Básica de Pernambuco – IDEPE (SIEPE, 2019).

Na apresentação dos resultados, o sistema SAEPE utiliza os padrões de desempenho estudantil em: elementar I para os alunos que apresentam um desenvolvimento muito abaixo das habilidades previstas; e elementar II os alunos com desempenho basilar com relação às habilidades previstas. O sistema apresenta 35 descritores em matemática voltados ao 3º ano do ensino médio, que compreende quatro eixos: I- geometria, II- grandezas e medidas, III- números e operações/álgebra e funções, IV- estatística, probabilidade e combinatória.

Por meio da Matriz de Referência (descrita abaixo na Figura 1), podemos observar os descritores do eixo III - números e operações/álgebra e funções (Figura 1) específicos ao campo de estudo da presente pesquisa, destacamos que não fizemos uso dos descritores D14, D15 e D16 que fazem parte do eixo, porém, específicos aos conceitos de números e operações e não apresentam relações com a Álgebra. Os demais descritores foram utilizados, de maneira que apresentem propostas voltadas aos conceitos algébricos e enfatizaram equações, funções e problemas.

D14	Identificar a localização de números reais na reta numérica
D15	Resolver problema que envolva variação proporcional, direta ou inversa, entre grandezas
D16	Resolver problema que envolva porcentagem
D17	Resolver problema envolvendo equação do 2º grau
D18	Reconhecer expressão algébrica que representa uma função a partir de uma tabela
D19	Resolver problema envolvendo uma função do 1º grau
D20	Analisar crescimento/decrescimento, zeros de funções reais apresentadas em gráficos

D21	Resolver problema envolvendo P.A./P.G. dada a fórmula do termo geral
D22	Reconhecer o gráfico de uma função polinomial de 1º grau por meio de seus coeficientes
D23	Reconhecer a representação algébrica de uma função do 1º grau dado o seu gráfico ou vice-versa
D24	Resolver problemas que envolvam os pontos de máximo ou de mínimo de uma função polinomial do 2º grau
D25	Relacionar as raízes de um polinômio com sua decomposição em fatores do 1º grau
D26	Identificar a representação algébrica e/ou gráfica de uma função exponencial
D27	Identificar a representação algébrica e/ou gráfica de uma função logarítmica, reconhecendo-a como inversa da função exponencial
D28	Resolver problema que envolva função exponencial
D29	Identificar gráficos de funções trigonométricas (seno, cosseno, tangente) reconhecendo suas propriedades
D30	Determinar a solução de um sistema linear
D35	Identificar o gráfico que representa uma situação descrita em um texto

**Figura 1** - Descritores do eixo de número e operações/álgebra e funções

Fonte: SAEPE (2019).

Em relação ao desempenho dos alunos em matemática na prova do SAEPE 2016, os estudantes do ensino médio na rede estadual apresentaram padrão de desempenho elementar II, e na rede municipal apresentaram padrão de desempenho elementar I, dados que se repetem em 2017. Já os resultados de 2018 apontam que os alunos do 3º ano do ensino médio da rede estadual estão no padrão de desempenho básico, ou seja, houve um avanço considerável comparado aos anos anteriores. Na rede municipal os estudantes do 3º ano do ensino médio permaneceram no elementar I e ainda não desenvolveram as habilidades necessárias de acordo com o sistema (Revista SAEPE, 2018).

Apesar dos avanços os resultados indicam que os alunos ainda não se encontram no nível desejável e possivelmente não consolidaram as habilidades previstas para o componente curricular do 3º ano do ensino médio, as escolas municipais, avaliadas no ensino fundamental, no entanto, precisam progredir, pois estabilizaram há três anos no mesmo padrão de desempenho.

### 3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

#### 3.1 Concepção de Álgebra

A Álgebra como campo de pesquisa da matemática, até o século 19 era considerada simplesmente como uma representação simbólica: “[...] em outras palavras, em vez de trabalhar com números específicos, como fazemos em aritmética, em Álgebra empregamos letras que

representam esses números.” (EVES, 2004, p. 546). Cenário que muda com os avanços de pesquisas que resultam em descobertas de estruturas algébricas relacionadas a muitos sistemas diferentes, tornando a Álgebra um campo de estudos e pesquisas bem mais amplo. Constituindo-se como uma das disciplinas essenciais da Matemática e, por consequência, da matemática escolar, sendo de extrema importância na Educação Básica e também no Ensino Superior.

Pesquisas científicas realizadas sobre o ensino e aprendizagem da Álgebra de modo geral, destacam a dificuldade em definir a concepção de Álgebra, de estabelecer seus limites na matemática e na matemática escolar. Ideias contraditórias como a Álgebra abstrata, das generalizações, conceitualização, entendida como cálculo restrito ao uso de letras ou generalização da aritmética, muitas vezes, vivenciados na sala de aula de forma mecânica e descontextualizada, geram uma série de entraves que a tornaram desmotivante, de acordo com Usiskin (1995):

Já não cabe classificar a álgebra apenas como aritmética generalizada, pois ela é muito mais que isso. A álgebra continua sendo um veículo para a resolução de problemas, mas também é mais, ela é mais que isso. Ela fornece meios para se desenvolverem e se analisarem relações. E é a chave para a caracterização e compreensão das estruturas matemáticas. Dados esses trunfos e a matematização crescente da sociedade, não é de surpreender que a álgebra seja hoje a área-chave de estudo da matemática da escola secundária e que essa posição de destaque provavelmente perdure por muito tempo (USISKIN, 1995, p. 21).

Educadores matemáticos têm se preocupado com as concepções de Álgebra e de educação algébrica, com as implicações que essas concepções têm na organização dos currículos, nas avaliações externas, nos livros didáticos e no ensino e aprendizagem dessa área. Quando a criança começa a trabalhar com os números naturais e as relações entre eles, como as de igualdade e de ordem, podemos afirmar que já estão presentes elementos do pensamento algébrico. Entendemos, também, que não há passagem do pensamento aritmético para o algébrico, mas ambos se desenvolvem de forma simultânea e continuada.

No PCPE (2012) a Álgebra é contemplada no eixo dos Números e Operações: da Aritmética e da Álgebra, e no eixo das Grandezas e Medidas: interligações entre os campos da Aritmética, da Álgebra, e de outros campos do conhecimento. Nos Parâmetros Curriculares de Pernambuco uma das orientações presentes direcionada ao ensino da Álgebra no Ensino Médio é:

Da mesma forma que acontece no Ensino Fundamental, a Álgebra no Ensino Médio deve ser encarada não como simples manipulação simbólica, mas como o estabelecimento de relações, levando o estudante a consolidar a noção de variável. O estudo das sequências, iniciado em etapas anteriores, pode contribuir para dar significado às expressões algébricas. Devem-se evitar as exaustivas coletâneas de cálculos que fazem simples uso de fórmulas (“determine a soma...”, “calcule o quinto termo...”), e é importante relacionar as progressões aritmética e geométrica às funções afim e exponencial, respectivamente, em que o domínio é o conjunto dos números naturais (PERNAMBUCO, 2012, p.128).

O ensino da Álgebra no ensino médio busca “amadurecer”, responder a questionamentos e dúvidas oriundos do nível anterior de aprendizagem no que se refere o campo de estudo da Álgebra, possibilitando a autonomia no pensamento algébrico. Existe uma preocupação em garantir que o ensino da Álgebra vá além da simples manipulação simbólica, percebe-se um direcionamento ao desenvolvimento do pensamento algébrico e um articulador entre os diversos conteúdos matemáticos.

Em seguida, apresentamos alguns trabalhos que buscaram investigar a abordagem da Álgebra nas avaliações externas, assim como, a proposta da presente pesquisa, de modo a contribuir para os estudos da Álgebra no currículo oficial.

### **3. 2 Concepções de Álgebra presentes em Avaliações externas (ENEM e Prova Brasil)**

Atualmente, em nível nacional temos duas grandes avaliações do sistema educacional brasileiro: a Prova Brasil e o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), muitos autores-pesquisadores abordam a conceitualização das ideias e o desenvolvimento dos conteúdos nas questões apresentadas nas edições das provas, autores como Souza et al. (2017) e Rodrigues et al. (2018) apresentam pesquisas voltadas para as concepções de Álgebra nas avaliações externas como o Enem e a Prova Brasil, que destacamos a seguir:

Souza et al. (2017) identifica as diferentes concepções de Álgebra nas questões de matemática contidas na Prova Brasil para o 9º ano do Ensino Fundamental (EF), e do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), ambas do ano de 2011, na análise das questões utilizou as concepções de Álgebra de autores como: LEE, (2001); LINS; GIMENEZ, (1997); USISKIN, (1995); FIORENTINI; MIORIM; MIGUEL, (1993). Souza et al. (2017) também observa que ocorre o predomínio das concepções associadas ao transformismo algébrico e ao cálculo literal, – as concepções letrista, de Lins e Gimenez (1997), e linguístico-pragmática, de Fiorentini, Miorim e Miguel (1993). Além de modelagem (Lins e Gimenez, 1997) e o estudo de

procedimentos para resolver certos problemas (Usiskin, 1995), esses principalmente na prova do ENEM 2011.

Outras concepções, como a fundamentalista-estrutural, de Fiorentini, Miorim e Miguel (1993) ou o estudo das estruturas (Usiskin, 1995) também estão presentes, principalmente na prova do ENEM 2011. E ainda, as análises permitiram perceber que as mesmas questões, muitas vezes, se enquadraram nas concepções de mais de um autor, o que nos indicou um caminho para perceber as confluências delas e reorganizá-las de modo a criar uma nova proposta de referência que então passamos a adotar no grupo.

Rodrigues et al. (2018) objetivou a presença dos Conhecimentos Algébricos nas questões das provas de matemática do Novo ENEM no período de 2009 a 2018. Para o desenvolvimento do trabalho utilizaram alguns conceitos da Análise de Conteúdo (BARDIN, 1977), a qual proporcionou a constituição de três Categorias de Análise: (1) Álgebra Elementar; (2) Múltiplas Representações de Funções; e (3) Funções Elementares.

### **3.3 Concepções de Álgebra, segundo Usiskin (1995)**

Dentre as várias concepções de Álgebra discutidas por Fiorentini, Miorim e Miguel (1993), Lee (2001), Lins e Gimenez (1997) e Usiskin (1995), optamos pelo referencial teórico apresentado de Usiskin (1995), por considerá-lo mais adequado ao nosso objetivo de pesquisa.

As concepções apresentadas por Usiskin (1995) estão relacionadas aos significados das letras, conhecidas como variáveis, ele acredita que o estudo de Álgebra está associado à manipulação de variáveis e também aos diversos usos das variáveis. Ainda segundo o pesquisador, as finalidades do ensino de Álgebra, as concepções que são apresentadas na escola e o uso das variáveis são coisas interligadas.

Para Usiskin (1995) “as finalidades da Álgebra são determinadas por, ou relacionam-se com, concepções diferentes da Álgebra que correspondem à diferente importância relativa dada aos diversos usos das variáveis” (USISKIN, 1995, P. 13). Vale ressaltar que o ensino da Álgebra não se limita a uma das concepções, ao contrário, todas as concepções devem ser trabalhadas em sala de aula. Usiskin (1995) desenvolveu quatro concepções de Álgebra: a Álgebra como aritmética generalizada; a Álgebra como um estudo de procedimentos para resolver problemas; a Álgebra como estudo de relações entre grandezas; a Álgebra como estudo das estruturas. No quadro 1 abaixo, sintetizamos as quatro concepções:

Concepções de Álgebra	Característica
Álgebra como Aritmética generalizada	As variáveis servem como generalizadoras de modelos. Generalizar seria representar por sentenças os padrões numéricos observados, sendo que tais sentenças representadas por letras.
Álgebra como estudo de procedimentos para certos tipos de problemas	Nessa concepção, a Álgebra serve para simplificar e resolver, e as variáveis são incógnitas ou constantes
Álgebra como estudo de relações entre grandezas	A Álgebra distingue-se das anteriores pelo fato de as variáveis não serem nem incógnitas nem letras utilizadas para generalizar modelos numéricos. Procura-se estabelecer relações de comportamento entre as variáveis.
Álgebra como estudo das estruturas	Nessa concepção, a variável torna-se um objeto arbitrário de uma estrutura estabelecida por certas propriedades.

**Quadro 1** – Síntese das concepções de Álgebra, segundo Usiskin (1995)

Fonte: Elaborado pelas autoras, a partir de FIGUEIREDO (2007) e USISKIN (1995).

Na primeira concepção, *a Álgebra como aritmética generalizada*, as variáveis são pensadas como generalizadoras de modelos. O ensino está direcionado às atividades que fazem com que o aluno traduza e generalize. Na segunda concepção, *a Álgebra como um estudo de procedimentos para resolver certos tipos de problema*, as variáveis têm o papel de incógnitas ou constantes. As atividades giram em torno de simplificar e resolver. Já a terceira concepção, *a Álgebra como estudo de relações entre grandezas*, a variável representa os valores do domínio de uma função. São atividades que envolve, variáveis, como argumentos e parâmetros. Relacionar e fazer gráficos são palavras chaves para as atividades. Por fim, a quarta concepção, *a Álgebra como estudo das estruturas*, a variável aqui é um pouco mais que um “símbolo arbitrário”, estabelecido a partir das propriedades de uma estrutura. O estudo dos anéis, domínios de integridade, corpos e espaços vetoriais, no ensino superior se encaixam nessa visão. No ensino básico está relacionada às situações em que se trabalha com fatoração e polinômios. As atividades, na maioria das vezes, priorizam manipular e justificar.

#### 4 METODOLOGIA

O recurso utilizado para a coleta dos dados é o da pesquisa documental, de caráter quantitativo pois estabelecemos parâmetros numéricos nas expressões de resultados e conclusões, e qualitativo por analisarmos os conceitos estabelecidos nos itens, classificando-os em seguida, utilizamos como fonte as provas do SAEPE disponibilizadas na internet. Segundo

Apollinário (2009, p. 85), “sempre que uma pesquisa se utiliza apenas de fontes documentais (livros, revistas, documentos legais, arquivos em mídia eletrônica, diz-se que a pesquisa possui estratégia documental”. Em concordância com o conceito documento de Lüdke e André (1986) que consideram os diversos gêneros textuais e orais como fontes legítimas de pesquisa.

Como procedimentos de coletas de dados, inicialmente, buscamos acesso às avaliações do SAEPE dos anos de 2016 a 2018 e à Matriz de Referência (documento oficial que apresenta os descritores para questões de Álgebra). Em seguida, analisamos as três provas do SAEPE, cada prova possui 26 questões de matemática, totalizando 78 questões. Para a análise das provas consideramos os seguintes critérios: identificar quais questões estavam associadas aos descritores de Álgebra propostos na Matriz de Referência do SAEPE e classificar as questões de acordo com as concepções de Usiskin (1995).

## 5 ANÁLISES E RESULTADOS

Dentre as 78 questões de matemática presentes nas três provas do SAEPE analisadas na pesquisa, foram identificadas 30 relacionadas à Álgebra, observamos que a maioria das questões abordam a Álgebra como estudo das estruturas, nessa concepção tratam as variáveis sem atribuição de um significado numérico, isto é, as variáveis são simplesmente sinais (símbolos) no papel. Dado que corrobora com resultados encontrados no estudo de Souza et al. (2017) “há o predomínio das concepções associadas [...] à fundamentalista-estrutural, de Fiorentini (1993), ou o estudo das estruturas (Usiskin, 1995) presentes principalmente na prova do ENEM 2011” (p. 64). No gráfico a seguir, apresentamos o quantitativo das concepções de Álgebra encontradas nas provas do SAEPE.



**Gráfico 1** - Quantitativo das concepções de Álgebra (USISKIN, 1995) presentes nas questões do SAEPE  
Fonte: Elaborado pelas autoras (2020).

Como podemos observar, a concepção de Álgebra como estudo das estruturas é predominante nos itens das provas do SAEPE, de modo que identificamos 16 itens com estas características, 9 itens abordam a Álgebra como um estudo de procedimentos para resolver certos tipos de problemas. A concepção de Álgebra como aritmética generalizada encontra-se em 4 itens.

Identificamos apenas 1 item onde a Álgebra é abordada como estudo de relações entre grandezas, para ilustrar esta análise, apresentamos alguns itens presentes nas provas, na Figura 2 a seguir classificada de acordo com as concepções de Álgebra de Usiskin (1995), o item proposto na edição de 2018 da prova do SAEPE em que a concepção evidenciada é a Álgebra como aritmética generalizada:

18) (M120382H6) Cláudia foi a um teatro e observou que a distribuição das cadeiras para a plateia foi feita da seguinte maneira: a primeira fileira, a mais próxima ao palco, possui 6 assentos, a segunda fileira, 8 assentos e assim sucessivamente, de forma que as quantidades de assentos em cada fileira seguem uma progressão aritmética. Cláudia sentou-se em uma cadeira da última fileira dessa plateia, a qual continha 26 assentos.

De acordo com essa distribuição, a quantidade total de cadeiras para a plateia nesse teatro era de

A) 11.  
B) 40.  
C) 70.  
D) 176.  
E) 289.

Dados:

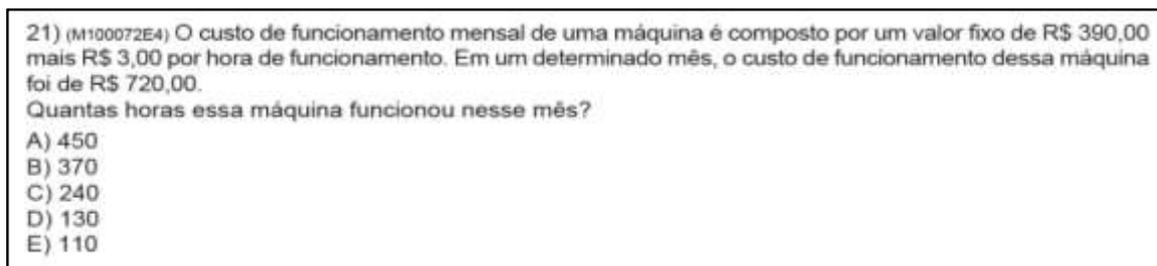
$$a_n = a_1 + (n - 1) \cdot r$$

$$S_n = \frac{(a_1 + a_n) \cdot n}{2}$$

**Figura 2** - Questão do SAEPE relacionada à concepção de Álgebra como aritmética generalizada  
Fonte: SAEPE (2018, p. 7).

Ao propor esta questão, pretende-se explorar a ideia de generalização articulada a números e operações. A atividade está relacionada ao descritor 21 da Matriz de Referência, cujo objetivo é fazer com que o aluno resolva problemas envolvendo P.A./P.G. dada a fórmula do termo geral. Em conformidade com a Revista do Professor (2018, p. 80) “esse item avalia a habilidade de os estudantes resolverem problemas envolvendo função do 1º grau”. Os estudantes que assinalaram a alternativa D, provavelmente, desenvolveram a habilidade avaliada para este determinado problema.

Na Figura 3 (abaixo) apresenta-se um item da edição do SAEPE de 2017, referente à concepção de Álgebra, reconhecemos que a segunda concepção de Usiskin (1995) é a que mais se aproxima, ou seja, a Álgebra como estudo de procedimentos para resolver certos tipos de problemas:



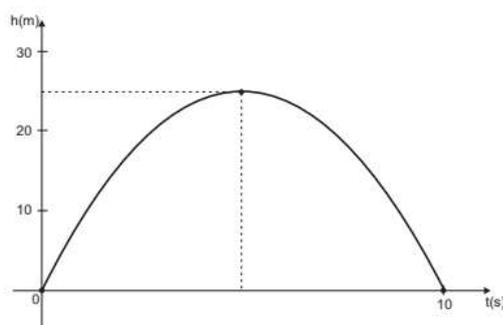
**Figura 3** - Questão do SAEPE relacionada à Álgebra como um estudo de procedimentos para resolver certos tipos de problemas

Fonte: SAEPE (2017, p. 10).

Conforme suas características, o item da Figura 3, está diretamente relacionado ao descritor D19 - Resolver problema envolvendo uma função do 1º grau, a habilidade do estudante interpretar o registro na linguagem natural fazendo a conversão no registro numérico e utiliza-se da incógnita para expressar-se em relação ao valor desconhecido. Para a sua resolução, os estudantes que assinalaram a alternativa E, provavelmente, desenvolveram a habilidade avaliada para a situação.

Com relação a concepção de Álgebra como estudo de relações entre grandezas apenas um item apresentou características relacionadas à representação de valores do domínio de uma função. Trata-se do item 17 da avaliação de 2016 (Figura 4), que apresenta o descritor D24 - Resolver problemas que envolvam os pontos de máximo ou de mínimo de uma função polinomial do 2º grau:

17) (M100239E4) Uma pedra é atirada para cima e sua altura ( $h$ ), em metros, é descrita pelo gráfico abaixo, que está em função do tempo  $t$ , dado em segundos.



Qual foi o instante em que essa pedra atingiu a altura máxima?

- A) 25 s
- B) 20 s
- C) 10 s
- D) 5 s
- E) 4 s

**Figura 4** - Questão do SAEPE relacionada à Álgebra como estudo de relações entre grandezas  
Fonte: SAEPE (2016, p. 7).

De acordo com a Revista do Professor (2016, p. 97) esse “item avalia a habilidade de determinar em uma situação-problema a abscissa de um ponto de máximo de uma função quadrática com base em seu gráfico”. Podemos observar que a resolução pode ser obtida através da própria visualização do gráfico, tendo em vista que o ponto máximo encontra-se entre 20 e 30, indicando a letra D.

Na concepção de Álgebra como estudo das estruturas foram identificadas 16 questões que comparadas ao total de questões do eixo de Álgebra e Funções correspondem a 54% das questões encontradas. A Figura 5 (abaixo) corresponde ao item 45 da avaliação do SAEPE de 2017 e exemplifica as questões voltadas ao estudo das estruturas:

45) (M1D26I0117) As raízes de um polinômio  $p(x)$  são 0, 1 e 2.

Uma das expressões que representa esse polinômio na forma fatorada é

- A)  $p(x) = (x - 1)(x + 2)$
- B)  $p(x) = (x - 2)(x + 1)$
- C)  $p(x) = 4(x + 2)(x - 1)$
- D)  $p(x) = x(x + 2)(x + 1)$
- E)  $p(x) = x(x - 2)(x - 1)$

**Figura 5** - Questão do SAEPE relacionada à Álgebra como estudo das estruturas  
Fonte: SAEPE (2017, p. 18).

O item 45 refere-se ao descritor D25 - Relacionar as raízes de um polinômio com sua decomposição em fatores do 1º grau, de acordo com a Revista do Professor (2017, p. 110) “esse item avalia a habilidade de os estudantes corresponderem às raízes de um polinômio de grau 3 à sua forma fatorada. Os estudantes que assinalaram a alternativa E, provavelmente, desenvolveram a habilidade avaliada nesse item”.

Com base nos dados observados na pesquisa, a maioria das questões aplicadas nas provas do ensino médio do SAEPE se concentram nas concepções de Álgebra por meio de equações e de funções que envolvem procedimentos e problemas. Justificando por serem os conteúdos mais enfatizados nesta etapa de escolaridade. Também observamos que a Álgebra como estudo de relações entre grandezas é pouco explorada, no entanto o PCPE (2012) indica que o estudo de funções deve servir como modelo matemático para o estudo das variações entre grandezas em fenômenos do mundo natural ou social. As análises da presente pesquisa indicam que a abordagem de questões com concepções de Álgebra como aritmética generalizada são pouco exploradas.

## 6 CONSIDERAÇÕES

O objetivo da presente pesquisa foi analisar as concepções de Álgebra nas questões de matemática das três últimas edições do SAEPE (2016-2018) do ensino médio. Assim, selecionamos as questões que fazem parte do eixo de Álgebra e Funções proposto na matriz de referência do SAEPE e identificamos os tipos de concepções algébricas presentes nessas questões. Notamos que há um número razoável de questões envolvendo conteúdos algébricos nas provas analisadas, que o foco principal da avaliação em termos de concepções algébricas se dá em torno da Álgebra como estruturas (USISKIN, 1995), no qual o objetivo é possibilitar aos estudantes a oportunidade de estudar a variável como objeto arbitrário, isto é, espera-se que os alunos consigam desenvolver a capacidade de abstração e generalização, e ainda propicia o desenvolvimento de estratégias para a resolução de problemas.

Outro ponto que merece destaque é o fato de que identificamos apenas uma questão que trabalha com a Álgebra como estudo de relações entre grandezas, diante da grandiosidade que uma avaliação externa como o SAEPE possui, é difícil acreditar que questões voltadas as relações entre grandezas algébricas ainda possuem pouca notoriedade, uma vez que, questões como essas articulam diferentes conceitos e habilidades dos conhecimentos matemáticos indispensáveis para a formação plena em matemática e suas linguagens, porém, uma série de

fatores interferem na escolha das questões propostas nas edições da avaliação, entre eles as próprias avaliações internas, o regimento da escola, o plano de ensino do professor, etc. Demonstrando lacunas que merecem diferentes abordagens, o cotidiano em sala de aula deve propor e responder a própria demanda na escolha das competências propostas nas avaliações, caso contrário reflete apenas as desigualdades de competências.

Dessa forma, compreender como as provas do SAEPE estão abordando a Álgebra, é um dos meios de refletirmos sobre a necessidade de priorizar as concepções de Álgebra que ainda estejam pouco presentes nessas avaliações, preparando os estudantes para diferentes mecanismos de interação com os conceitos aprendidos. Estudos posteriores podem analisar os resultados dos alunos de acordo com cada concepção e assim identificar os índices de aprendizagem de acordo com os descritores.

## REFERÊNCIAS

APPOLINÁRIO, F. **Dicionário de metodologia científica: um guia para a produção do conhecimento científico**. São Paulo, Atlas, 2009.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Lisboa: Editora Edições 70, 1977.

EVES, H. **Introdução à história da Matemática**. Campinas: Ed. da UNICAMP, 2004.

FIGUEIREDO, A. C. **Saberes e concepções de educação algébrica em um curso de licenciatura em matemática**. Tese (Doutorado) em Educação Matemática. PUC-SP. 2007. Disponível em:

<https://tede2.pucsp.br/bitstream/handle/11255/1/Auriluci%20de%20Carvalho%20Figueiredo.pdf>. Acesso em: 06 dez. 2019.

FIorentini, D.; Miorim, M. Â.; MIGUEL, A. Contribuição para um repensar. A Educação Algébrica Elementar. **Pro-Posições**, Campinas - SP, v. 4, n. 1, p. 78-91, mar. 1993. Disponível em: [https://www.fe.unicamp.br/pf-fe/publicacao/1761/10-artigos-fiorentinid\\_etal.pdf](https://www.fe.unicamp.br/pf-fe/publicacao/1761/10-artigos-fiorentinid_etal.pdf). Acesso em: 06 dez. 2019.

LEE, L. Early – but which algebra? The future of the teaching and learning of algebra. In: **ICMI STUDY CONFERENCE**, Melbourne, 2001.

LINS, R. C.; GIMENEZ, J. **Perspectivas em aritmética e álgebra para o século XXI**. Campinas: Papyrus, 1997.

LÜDKE, M. e ANDRÉ, M. **Pesquisa em Educação: Abordagens Qualitativas**. São Paulo: EPU, 1996.

OTTE, M.; BARROS, L; ABIDO, A.; SANTANA, G.; PAULA, L. Por que devemos falar de uma complementaridade de sentido e referência? **Revista REAMEC**, Cuiabá (MT), v. 8, n. 1, p. 77-95, janeiro-abril, 2020. Disponível em:

[http://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/reamec/article/view/9197/pdf\\_1](http://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/reamec/article/view/9197/pdf_1) Acesso em: 20 jun. 2019.

**PERNAMBUCO. Parâmetros para a Educação Básica do Estado de Pernambuco:**

Parâmetros Curriculares de Matemática para o Ensino Fundamental e Médio. Recife, 2012.

PERNAMBUCO. Secretaria de Educação de Pernambuco. SAEPE – 2016 / Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Educação, CAEd. v. 3 (jan./dez. 2016), Juiz de Fora, 2016 – Anual. Conteúdo: **Revista do Sistema**. ISSN 1948-560X

PERNAMBUCO. Secretaria de Educação de Pernambuco. SAEPE – 2017 / Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Educação, CAEd. v. 3 (jan./dez. 2017), Juiz de Fora, 2017 – Anual. Conteúdo: **Revista do Sistema** - Rede estadual e redes municipais. ISSN 1948-560X

PERNAMBUCO. Secretaria de Educação de Pernambuco. SAEPE – 2018 / Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Educação, CAEd. v. 3 (jan./dez. 2018), Juiz de Fora, 2018 – Anual. Conteúdo: **Revista do Sistema**. ISSN 1948-560X

PERNAMBUCO. Secretaria de Educação de Pernambuco. SAEPE – 2016/ Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Educação, CAEd. v. 1 (jan./dez. 2016), Juiz de Fora, 2016 – Anual. Conteúdo: **Revista do Professor** - Matemática. ISSN 1948-560X

PERNAMBUCO. Secretaria de Educação de Pernambuco. SAEPE – 2017/ Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Educação, CAEd. v. 1 (jan./dez. 2017), Juiz de Fora, 2017 – Anual. Conteúdo: **Revista do Professor** - Matemática. ISSN 1948-560X

PERNAMBUCO. Secretaria de Educação de Pernambuco. SAEPE – 2018 / Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Educação, CAEd. V. 1 (2018), Juiz de Fora – Anual Conteúdo: **Revista do Professor** – Matemática ISSN 1948-560X

PORTAL SIEPE. Sistema de Avaliação da Educação Básica de Pernambuco - SAEPE.

Disponível em:

[http://www.siepe.educacao.pe.gov.br/WebModuleSme/itemMenuPaginaConteudoUsuarioAction.do?actionType=mostrar&idPaginaItemMenuConteudo=5912\\_](http://www.siepe.educacao.pe.gov.br/WebModuleSme/itemMenuPaginaConteudoUsuarioAction.do?actionType=mostrar&idPaginaItemMenuConteudo=5912_) Acesso em: 06 dez. 2019.

RODRIGUES, M; BRITO, A; SILVA, A; TURATTI, R. Conhecimentos algébricos na prova de matemática do novo Enem: uma análise de conteúdo no período de 2009 a 2018. **Revista de Educação Matemática**, São Paulo, v. 16, n. 23, p. 385-407, set. /dez. 2019. Disponível em: SAEPE. Coleções. Disponível em:

[https://www.researchgate.net/publication/336761971\\_Conhecimentos\\_algebricos\\_na\\_prova\\_de\\_matematica\\_do\\_novo\\_ENEM\\_uma\\_analise\\_de\\_conteudo\\_no\\_periodo\\_de\\_2009\\_a\\_2018](https://www.researchgate.net/publication/336761971_Conhecimentos_algebricos_na_prova_de_matematica_do_novo_ENEM_uma_analise_de_conteudo_no_periodo_de_2009_a_2018). Acesso em: 28 jan. de 2020.

SOUZA, D; SILVA, T; GOMES, V; BEZERRA, F. Concepções de Álgebra presentes nas macroavaliações: os casos da prova Brasil e do Enem de 2011. **REnCiMa**, v.8, n.1, p.46-66,

2017. Disponível em:

<http://revistapos.cruzeirodosul.edu.br/index.php/rencima/article/view/1165/869>. Acesso em: 10 de jan. de 2020.

USISKIN, Z. O que é álgebra da escola média? In: COXFORD, A. F. e SHULTE, A. **As ideias da Álgebra**. São Paulo: Atual, 1995.

**Submetido em:** 02 de maio de 2020.

**Aprovado em:** 25 de maio de 2020.