ANÁLISE DE ERROS SOBRE A OPERAÇÃO DE POTENCIAÇÃO NA PASSAGEM DA LINGUAGEM NATURAL PARA A LINGUAGEM MATEMÁTICA

ANALYSIS OF ERRORS IN THE OPERATION OF EXPONENTIATION IN THE TRANSITION FROM NATURAL LANGUAGE TO MATHEMATICAL LANGUAGE

Layane Jaciele Alves Silva
ljas1@discente.ifpe.edu.br

Emersson Rodrigues de Souza
emersson.souza@pesqueira.ifpe.edu.br

RESUMO

O objetivo deste trabalho é analisar os erros cometidos por alunos do 9° ano do ensino fundamental na transposição da linguagem natural para a linguagem matemática sobre a operação de potenciação. Para isso, utilizou-se uma adaptação do instrumento de coleta de dados de Jesus (2016), originalmente aplicado a estudantes do 9° ano do ensino fundamental. No entanto, utilizamos apenas a primeira questão do instrumento, que visa verificar se os estudantes sabem transpor a linguagem natural para a linguagem matemática. Embora o próprio Jesus (2016) não tenha estabelecido as devidas categorias em seu trabalho, essa tarefa ficou sob nossa responsabilidade. É importante destacar que os sujeitos deste estudo foram 47 estudantes do 9° ano do ensino fundamental de uma escola pública no município de Sanharó/PE. A primeira inferência dos resultados coletados e comparados é a enorme dificuldade de ambos os grupos em dominar o conteúdo de potenciação, mesmo estando no 9° ano e este conteúdo sendo abordado em, pelo menos, três séries anteriores. Observou-se a extrema dificuldade dos estudantes em transpor a informação da linguagem natural para a linguagem matemática.

Palavras-chave: Potenciação. Análise de Erros. Linguagem Natural. Linguagem matemática.

ABSTRACT

The objective of this study is to analyze the errors made by 9th grade elementary school students when transposing natural language into mathematical language regarding the operation of exponentiation. To this end, we used an adaptation of the data collection instrument by Jesus (2016), originally applied to 9th grade elementary school students. However, we used only the first question of the instrument, which

aims to verify whether students know how to transpose natural language into mathematical language. Although Jesus (2016) himself did not establish the appropriate categories in his work, this task was our responsibility. It is important to highlight that the subjects of this study were 47 9th grade elementary school students from a public school in the city of Sanharó/PE. The first inference from the results collected and compared is the enormous difficulty of both groups in mastering the content of exponentiation, even though they are in the 9th grade and this content has been covered in at least three previous grades. We observed the extreme difficulty of the students in transposing information from natural language into mathematical language.

Keywords: Exponentiation. Error Analysis. Natural Language. Mathematical Language.

1 INTRODUÇÃO

A potenciação é uma das operações matemáticas fundamentais, utilizada em diversos campos como a física, a engenharia e a economia. Sua compreensão e correta aplicação são essenciais para o desenvolvimento de cálculos mais complexos e a resolução de problemas práticos. Contudo, a execução dessa operação pode estar sujeita a erros, que podem comprometer a precisão e a validade dos resultados obtidos.

Com frequência, discute-se exaustivamente no ensino básico sobre os erros e apenas suas consequências nas notas dos estudantes, no entanto, é necessário ter mais atenção e categorizar estes erros, principalmente em uma operação matemática tão básica e importante como a potenciação.

O presente trabalho tem como objetivo analisar os erros cometidos por estudantes do 9° ano do ensino fundamental na operação de potenciação, através do instrumento avaliativo proposto por Jesus (2016), em cujo resultado serão verificados a equivalência com o estudo original. No entanto, vamos considerar as questões referentes a transposição da linguagem natural (texto informativo escrito em língua portuguesa) para a linguagem matemática.

Através desta análise, espera-se compreender os erros mais recorrentes a este conteúdo e poder contribuir com o trabalho de Jesus (2016). São nossos objetivos:

Objetivo geral

- Analisar os erros cometidos para a operação de potenciação por alunos do 9° ano do ensino fundamental.

Objetivos específicos:

- Analisar o instrumento de coleta de dados utilizado na pesquisa de Jesus (2016) sobre o tema potenciação e buscar questões cujo objetivo seja a transposição da linguagem natural para a linguagem matemática;

- Identificar e categorizar e analisar os erros mais comuns cometidos pelos alunos do 9º ano na transposição da linguagem natural para a linguagem matemática.

Na fundamentação teórica a seguir, inicialmente, será abordado a definição matemática de *potência de expoente natural*, seguido de esclarecimentos sobre a linguagem natural e a linguagem matemática, para em seguida abordarmos os erros em suas várias perspectivas.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Como forma de compreendermos a operação de potenciação, a seguir, trataremos de forma resumida a definição de potência de expoente natural baseado em Iezzi, Dolce e Murakami (2010, p. 1).

2.1 POTÊNCIA DE EXPOENTE NATURAL (DEFINIÇÃO)

Seja a um número real e n um número natural. Potência de base a e expoente n é o número natural a^n tal que:

$$\begin{cases} a^0=1\,,\ para\ a\neq 0 \\ a^n=a^{n-1}\,.\,a\,,\ \forall\quad n\,,\ n\geq 1 \end{cases}$$

Dessa definição decorre que:

$$a^1=a^0\,.\,a=1\,.\,a=a$$

$$a^2=a^1\,.\,a=a\,.\,a$$

$$a^3=a^2\,.\,a=(a\,.\,a)\,.\,a=a\,.\,a\,.\,a$$

e, de modo geral, para p natural e $p\geq 2$, temos que a^p é um produto de p fatores iguais.

$$a^p=a\,.\,a\,.\,a\,.\,a\,.\,.\,.\,.$$

Essa, por sua vez é a generalização da operação de potenciação, escrita em linguagem de potenciação ou linguagem matemática. Observe os exemplos a seguir, que são aplicações diretas da definição apresentada.

- $3^4 = 3\,.\,3\,.\,3\,.\,3 =$ **81**
- $2^7=2\,.\,2\,.\,2\,.\,2\,.\,2\,.\,2\,.\,2 =$ **128**

No entanto, de acordo com nossos objetivos de pesquisa, há outra abordagem possível a respeito da potenciação, ou seja, utilizaremos a linguagem natural, que será descrita a seguir.

2.2 LINGUAGEM NATURAL E LINGUAGEM MATEMÁTICA

Na matemática, a linguagem natural se refere ao uso do cotidiano para expressar conceitos matemáticos. Isso envolve a apresentação de problemas matemáticos em palavras antes de serem convertidos para a linguagem simbólica matemática. A transição da linguagem natural para a matemática simbólica é crucial para a compreensão e solução de problemas, pois ajuda os alunos a interpretar e

traduzir situações do dia a dia em expressões e equações matemáticas.

Conforme Feio (2009)

> No contexto escolar a linguagem matemática necessita do complemento da língua natural (língua portuguesa), sem a qual, possivelmente, não haveria o aprendizado da Matemática. Porém, na passagem da língua natural para a linguagem matemática, surgem algumas dificuldades que os alunos, por vezes, não conseguem superá-las. (FEIO, 2009, p. 12)

A seguir, apresentaremos um exemplo que ilustra esta definição, cujo objetivo é transpor da linguagem natural para a linguagem matemática.

- **O quadrado de 7.**

Neste exemplo, é necessário que o estudante considere a base com valor 7 e o expoente com valor 2 (quadrado).

$$7^2$$

- **O cubo de 9.**

Neste exemplo, é necessário que o estudante considere a base com valor 9 e o expoente com valor 3 (cubo).

$$9^3$$

A seguir, continuaremos nossa fundamentação teórica a partir do tema dos erros.

2.3 ANÁLISE DE ERROS

Muitos professores, ao corrigirem as avaliações de aprendizagem dos seus estudantes, frequentemente percebem uma gama de erros nas resoluções, mas acabam desconsiderando-os, acreditando que apenas os acertos são importantes para a aprendizagem. Outros, devido à carga excessiva de trabalho, encontram-se indispostos a fazer correções pontuais, considerando a quantidade de horas trabalhadas por dia. Para se ter uma ideia, muitos trabalham nos turnos da manhã, tarde e noite, diariamente.

Diante dessa constatação, como mensurar se de fato o estudante aprendeu o conteúdo ensinado, se o professor não tem tempo qualificado para oferecer ao aluno? Outro ponto a se considerar é o tipo de recurso que o estudante utilizou para responder o que lhe foi solicitado. São muitos questionamentos. Portanto, fica clara a necessidade de identificar o raciocínio dos estudantes pelo viés da análise de erros, propondo, a partir disso, uma aprendizagem significativa.

De acordo com Lemos (2012), as crianças frequentemente dizem coisas que os professores não entendem, mas essas falas são explicações lógicas e significativas. A educação, nesse sentido, precisa valorizar a problematização, ou seja, importar-se com os erros cometidos para que os docentes possam avaliar o raciocínio dos discentes e entender a lógica usada nos erros cometidos.

Outros teóricos também ajudam a entender os erros, como Jean Piaget, que afirmava ser o erro um caminho necessário para a aprendizagem. Por isso, desenvolver estratégias para a solução de problemas matemáticos a partir do erro é fundamental. Assim, não se propaga um mecanismo de resolução em que o aluno

segue passo a passo, mas ele aprende a desenvolver entendimento e adquire a autonomia necessária com pensamento crítico e reflexivo. Segundo Boaler (2018, p. 11): “[…] toda vez que um educando comete um erro de matemática, ele cria uma sinapse […] É em um momento de dificuldade, no qual o cérebro é desafiado, que ele cresce”.

Nos últimos tempos, percebemos que as avaliações realizadas nas escolas estão distantes de uma perspectiva de saber aprimorado e enriquecido. Infelizmente, a ideia de notas (valores numéricos de mensuração da aprendizagem) ainda prevalece, fortalecendo outros aspectos e não ajudando na aprendizagem.

Vasconcellos, sobre a avaliação, afirma que é

> […] um processo abrangente da existência humana, que implica uma reflexão crítica sobre a prática, no sentido de captar seus avanços, suas resistências, suas dificuldades e possibilitar uma tomada de decisão sobre o que fazer para superar os obstáculos. (1994, p. 43)

Já em relação a nota, o mesmo autor afirma que

> […] seja na forma de número, conceito ou menção, é uma exigência formal do sistema educacional. Podemos imaginar um dia em que não haja mais nota na escola – ou qualquer tipo de reprovação –, mas certamente haverá necessidade de continuar existindo avaliação para poder se acompanhar o desenvolvimento dos educandos e ajudá-los em suas eventuais dificuldades. (VASCONCELLOS, 1994, p. 43).

Com isso, percebemos que há uma grande diferença entre nota e avaliação. Como professores, precisamos estabelecer, na prática, aquilo que significa avaliação, ou seja, a verificação do saber e da aprendizagem. Portanto, os erros cometidos precisam ser associados a uma análise específica por parte do professor, cuja perspectiva é identificar raciocínios, pensamentos e o nível de conhecimento do estudante.

Ao falar sobre aprendizagem, é essencial considerar a relação professor e aluno. Esse bom relacionamento é necessário para que a aquisição de conhecimento seja satisfatória e dê valor à forma de avaliação feita. Para Luckesi (2010, p. 172): “a avaliação da aprendizagem é um ato amoroso, no sentido de que a avaliação, por si, é um ato acolhedor, integrativo e inclusivo”.

Nesse sentido, o professor não pode ignorar o erro cometido pelo estudante, pois ele é um sinal de alerta para estimular o aluno a refletir sobre suas ideias e construir novos saberes. Segundo De La Torre (2007)

> [...] o professor pode-se valer do erro em outros sentidos, como: analisando as causas do erro, adotando uma atitude compreensiva, propondo situações ou processos para que o aluno descubra as suas falhas, utilizando-o como critério de diferenciação de processos de aprendizagem, etc. (DE LA TORRE, 2007, p. 15-16).

Davis e Espósito (1998), ao refletir sobre a visão do psicólogo Jean Piaget sobre a ação educativa, concluem que

> […] estimular os mecanismos estruturantes da criança, de forma que esta possa modificar seus sistemas de organização e compreensão da realidade,

> alcançando um equilíbrio superior. Adota-se o pressuposto de que as crianças, ao partirem de suas próprias concepções a respeito da realidade e ao seguirem seus próprios procedimentos, cometerão, necessariamente, uma série de erros e julgamentos inadequados, considerados inerentes a toda construção intelectual. Tais erros recebem, na terminologia piagetiana, um nome especial: são erros construtivos, isto é, aqueles que sinalizam o fato de que uma outra estrutura de pensamento está se formando, ou seja, de que se encontra em processo de elaboração. (DAVIS E ESPÓSITO, 1998, p. 130).

Para Piaget, o estudante precisa lidar com diversas situações durante o processo de aprendizagem, gerando desequilíbrios. Isso acontece devido à equilibração de estruturas cognitivas, que são uma autoregulação interna e resultam em desenvolvimento, novas descobertas, curiosidade e uma nova construção. O aluno assimila o que está acontecendo, e por isso o professor precisa criar experiências para a assimilação e gerar aprendizado.

Consequentemente, haverá aprendizado por causa da problemática ao erro, destacando-se dois tipos de atitudes: a pedagógica e a psicológica. O primeiro caso ocorre quando o docente adota uma posição diante do erro e define como fazer para que o aluno aprenda com isso. O segundo caso envolve falhas no processo de aprendizagem ou nas circunstâncias dos mecanismos de aquisição da aprendizagem.

Como destaca Castorina (1988, p. 33): “[…] o erro é fecundo e positivo porque tem um lugar no mecanismo produtivo do conhecimento. […] Ele representa um papel construtivo na aquisição de conhecimento”.

Quando o professor utiliza abordagens lúdicas ou proporciona novas experiências para seus alunos por meio do erro, promove uma visão lógica e crítica que aprimora o raciocínio e desperta um olhar mais abrangente para a matemática. Dessa forma, os conhecimentos são transformados, surgindo perspectivas mais amplas, pois o erro é ressignificado, modelado e reconhecido como algo importante e indispensável no processo de aprendizagem.

Portanto, explicitando os aspectos centrais sobre análise de erros em situações de avaliação escolar, trataremos a seguir da metodologia.

3 METODOLOGIA

Este estudo adotou uma abordagem qualitativa para analisar os erros na operação de potenciação entre alunos do 9º ano do ensino fundamental, que serão analisados de acordo com o trabalho de Jesus (2016), que ocorreu com 35 alunos com idades entre 13 e 17 anos, da cidade de Eunápolis-BA, e observou possíveis dificuldades no conteúdo do tema potenciação. Em nosso caso, contamos com o universo de 47 estudantes do 9° ano do ensino fundamental de uma escola pública do município de Sanharó/PE.

O instrumento de coleta original elaborado por Jesus (2016, p. 4), conforme figura 1 e figura 2, foi aplicado contendo quatro questões, com o propósito geral de viabilizar a análise dos erros.

Figura 1: questões 1 e 2 do instrumento de coleta original

Questão 1 – Represente na forma de potência, identifique a base e o expoente e calcule o valor de cada item abaixo:

a) O quadrado de três;
b) O cubo de dois;
c) Quatro elevados a zero;
d) Cinco elevado a um;
e) Oito elevado a menos dois;
f) Três elevado a dois quintos.

Questão 2 – Simplifique ao máximo as expressões abaixo:

a) $40-5^2-[(-2)^3-5]$

b) $\left(-\frac{2}{3}\right)^2+\left(2^3-3^2\right)^2$

Jesus (2016, p. 18-19)

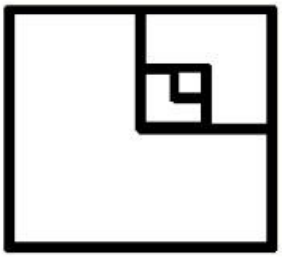
Figura 2: questões 3 e 4 do instrumento de coleta original

Questão 3 – Leia o enunciado a seguir e assinale a resposta correta justificando sua resposta através dos cálculos.

Um homem tinha sete casas, cada casa tinha sete gatos, para cada gato havia sete ratos, para cada rato havia sete espigas de milho, e cada espiga tinha sete grãos de trigo. Quantas coisas ele possuía, Casas, gatos, ratos espigas e grãos de milho?

a) 35
b) 49
c) 2401
d) 16807
e) 70000

Questão 4 – Na figura abaixo, a medida do lado do primeiro e menor quadrado é igual a 2 cm. A medida do lado do segundo quadrado foi obtida dobrando-se a medida do lado do primeiro quadrado. A medida do lado do terceiro quadrado foi encontrada dobrando-se a medida do lado segundo, e assim sucessivamente.



a) Qual a medida do lado do quarto quadrado da figura?
b) Executando o mesmo procedimento, qual será a área do quinto quadrado?
c) Qual potência determina a medida do lado do n-ésimo quadrado?
d) Qual potência determina a área do lado do n-ésimo quadrado?

Jesus (2016, p. 18-19)

De modo mais preciso, Jesus (2016, p. 4) aponta para as questões 1, 2, 3 e 4 os seguintes objetivos específicos:

- **Questão 1:** verificar se os alunos sabem transcrever da linguagem natural

para linguagem de potência, se sabem identificar os elementos e calcular corretamente uma potência;

- **Questão 2:** identificar se os alunos sabem fazer operações que envolvem expoentes e aplicar corretamente as propriedades de potência;
- **Questão 3:** verificar se os estudantes sabem aplicar os conceitos de potência em situações práticas;
- **Questão 4:** averiguar se os estudantes sabem resolver situações problemas envolvendo potências e se conseguem generalizar conceitos a partir de casos particulares.

Para os fins deste trabalho, optamos por utilizar no instrumento de coleta apenas as questões 1 e 3, apresentadas na figura 3 como 1ª e 2ª questões, pois a grande quantidade de dados coletados tornaria inviável a elaboração de um Trabalho de Conclusão de Curso (TCC). Por isso, mesmo aplicando as duas questões em nosso instrumento avaliativo, decidimos analisar apenas a questão 1 devido ao extenso volume de dados obtidos.

Figura 3: instrumento de coleta dos autores

ATIVIDADE

1°) Represente na forma de potência e calcule o valor de cada item abaixo:

a) O quadrado de três

b) O cubo de dois

c) Quatro elevados a zero

d) Cinco elevado a um

e) Oito elevado a menos dois

f) Três elevado a dois quintos.

Leia o enunciado a seguir e assinale a resposta correta justificando sua resposta através dos cálculos.

2°) Um homem tinha sete casas, cada casa tinha sete gatos, para cada gato havia sete ratos, para cada rato havia sete espigas de milho, e cada espiga tinha sete grãos de trigo. Quantas coisas ele possuía, Casas, gatos, ratos espigas e grãos de milho?
A) 35
B) 49
C) 2401
D) 16807
E) 70000

Fonte: os autores a partir de Jesus (2016, p. 18-19)

O objetivo da primeira questão da Figura 1, segundo Jesus (2016, p. 4), é “verificar se os alunos sabem transcrever da linguagem natural para a linguagem de potência, se sabem identificar os elementos e calcular corretamente uma potência.”

No entanto, retiramos a exigência de identificar os elementos (base, expoente e potência), pois a transcrição da linguagem natural para a linguagem de potência e seus respectivos cálculos nos forneceria os elementos necessários para nossa análise. Outro ponto importante é que Jesus (2016) não analisa diretamente a primeira questão, ou seja, para a primeira questão não será possível realizar a comparação de resultados.

A seguir, apresentaremos os resultados esperados para a resolução da questão 1 pelos estudantes no instrumento de avaliação.

3.1 PROCEDIMENTOS ESPERADOS

Descrever os procedimentos esperados nos permite antecipar as possíveis respostas dos estudantes, proporcionando um parâmetro de correção. No entanto, não se espera que os procedimentos sejam idênticos, mas que a linguagem de resposta do estudante seja respeitada.

Assim, para a 1ª questão da Figura 3, são esperadas as seguintes resoluções:

a) O quadrado de três.

$$3^2 = 3 \ x \ 3 = 9$$

b) O cubo de dois.

$$2^3 = 2 \ x \ 2 \ x \ 2 = 8$$

c) Quatro elevado a zero.

$$4^0 = 1$$

d) Cinco elevado a um.

$$5^1 = 5$$

e) Oito elevado a menos dois.

$$8^{-2} = \frac{1}{8^2} = \frac{1}{64}$$

f) Três elevado a dois quintos.

$$3^{\frac{2}{5}} = \sqrt[5]{3^2}$$

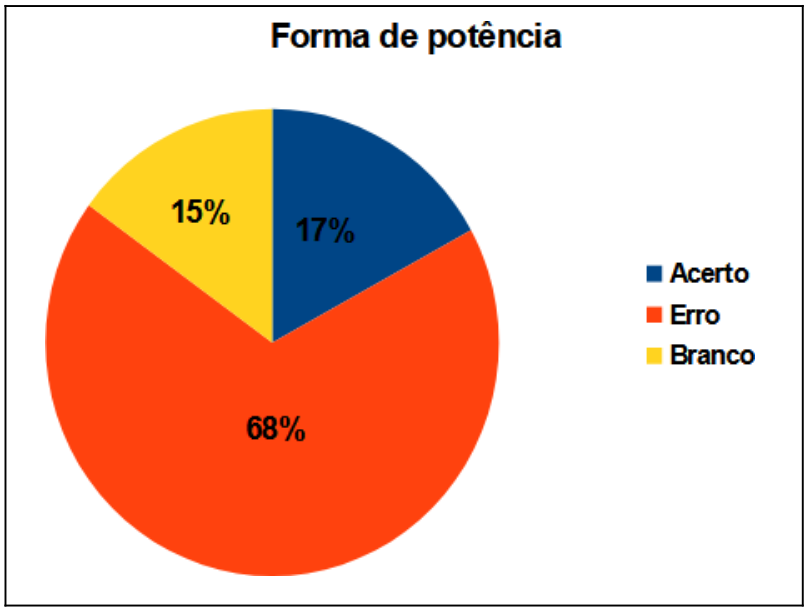
A partir da apresentação dos procedimentos esperados, analisaremos e discutiremos a seguir os resultados obtidos através da aplicação do instrumento avaliativo.

3.2 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Como dito anteriormente, a 1ª questão do nosso instrumento avaliativo não será passível de comparação com o trabalho de Jesus (2016), devido ao fato que o autor não realiza sua análise. Por isso, ficaremos apenas com a exposição de nossos resultados.

Para a análise das resoluções da letra "a" da 1ª questão consideraremos as categorias *acerto*, *erro* ou *branco,* cujas respostas sobre a "forma de potência" é apresentada no Gráfico 1.

Gráfico 1: Resultado "forma de potência" 1ª questão letra "a"



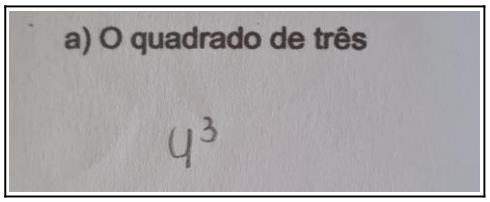
Fonte: os autores.

Para o objetivo "forma de potência", no Gráfico 1, percebe-se que apenas 8 estudantes (17%) resolveram corretamente a letra "a" e 7 estudantes (15%) deixaram a resposta em branco. A resolução correta e as respostas em branco já estavam descritas em nossos procedimentos previstos. No entanto, um percentual significativo de 32 estudantes (68%) errou a letra "a", o que indica uma falta de aprendizagem do conteúdo de potenciação, mesmo que este conteúdo tenha sido ministrado em anos anteriores. Como alunos do 9° ano, eles já deveriam dominá-lo.

A seguir, indicaremos o tipo de erro encontrado nas resoluções dos estudantes mediante descrição e exemplos.

- **Erro tipo 1: Confundem o termo "quadrado" com o número 4 –** os estudantes reconhecem esquematicamente a forma de potência, porém, confundem o termo "quadrado" com o número 4 colocando-o na base, enquanto o número três é posto no expoente, conforme Figura 4.

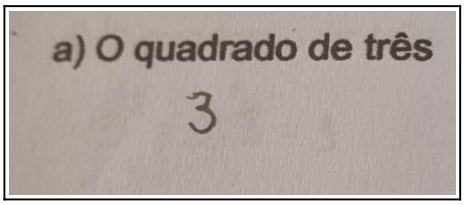
Figura 4: Resolução do aluno A7.



Fonte: os autores.

- **Erro tipo 2: Apontam como solução um dos números escritos no enunciado –** os estudantes põem como resposta o número que está escrito por extenso, conforme Figura 5.

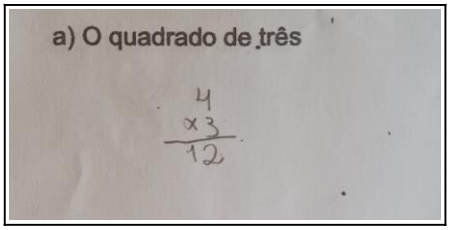
Figura 5: Resolução do aluno A21.



Fonte: os autores.

- **Erro tipo 3: Apontam como solução a operação de multiplicação –** não possuem a forma esquemática da operação de potenciação, por isso a transformam na operação de multiplicação. Outro ponto importante é que confundem o termo "quadrado" com o número 4, da mesma forma como descrito no Erro tipo I. Como exemplo apresentamos a Figura 6.

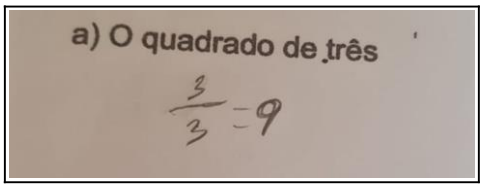
Figura 6: Resolução do aluno B1.



Fonte: os autores.

- **Erro tipo 4: Resolvem por meio de uma divisão –** nesse caso o "quadrado de 3" é interpretado como dois numerais 3, mas relacionados entre si com a operação de divisão.

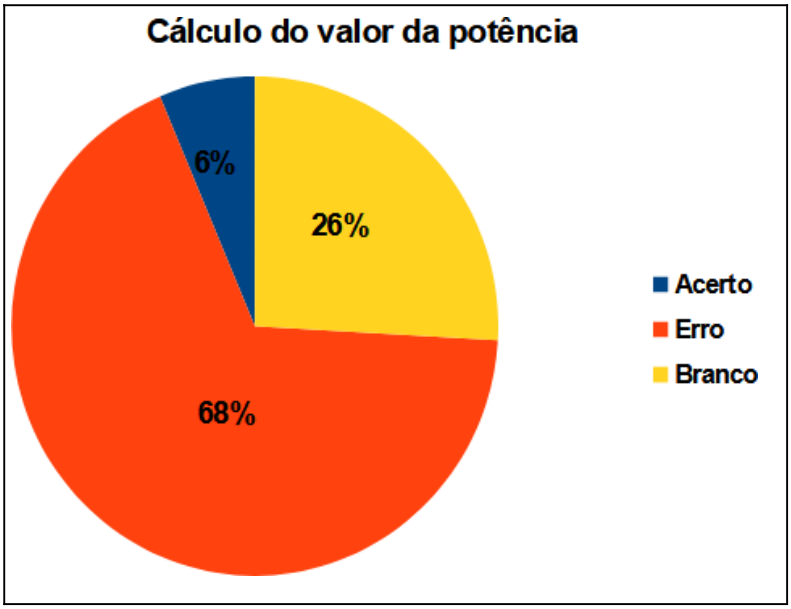
Figura 7: Resolução do aluno B6.



Fonte: os autores.

Já para o objetivo “cálculo de potência”, analisaremos a seguir os resultados apresentados no Gráfico 2.

Gráfico 2: Resultado “cálculo do valor da potência” 1ª questão letra “a”



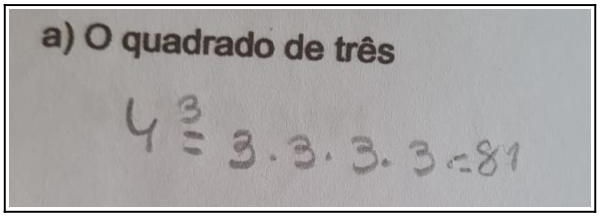
Fonte: os autores.

Para o objetivo “cálculo do valor da potência”, no Gráfico 2, percebe-se que apenas 3 estudantes (6%) resolveram corretamente a letra “a” e 12 estudantes (26%) deixaram a resposta em branco. No entanto, um percentual significativo de 32 estudantes (68%), o mesmo percentual anterior, errou a letra “a”, o que indica não apenas a falta de aprendizagem do conteúdo de potenciação, mas também dificuldades com cálculos básicos de multiplicação.

A seguir, indicaremos o tipo de erro encontrado nas resoluções dos estudantes mediante descrição e exemplos.

- **Erro tipo 1: Confunde o termo “quadrado” com o número 4 resolvendo a operação incorretamente –** na resolução, há uma troca entre ao expoente e a base, ou seja, o número do expoente é a quantidade de vezes que se deve repetir e multiplicar a base. Apesar de serem números errados de base e expoente, a forma de multiplicação pela definição de potência e seu resultado final estão errados, conforme Figura 8.

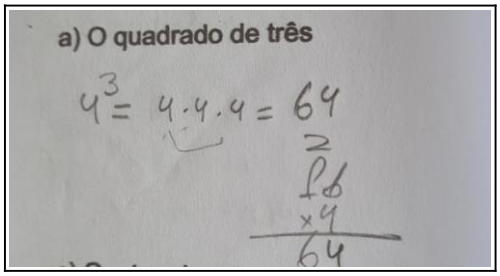
Figura 8: Resolução do estudante do A5.



Fonte: os autores.

- **Erro tipo 2: confundem o termo “quadrado” com o número 4 e associa números errados para base e expoente, mesmo seguindo a estrutura de potência – c**onsegue realizar a multiplicação corretamente, mesmo seguindo a estrutura da potenciação corretamente, conforme Figura 9.

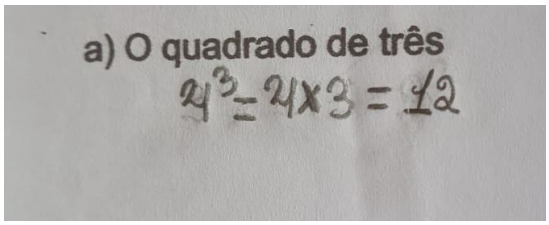
Figura 9: Resolução do estudante A11



Fonte: os autores.

- **Erro tipo 3: Multiplica base por expoente –** associam a potência como se fosse uma multiplicação, conforme Figura 10.

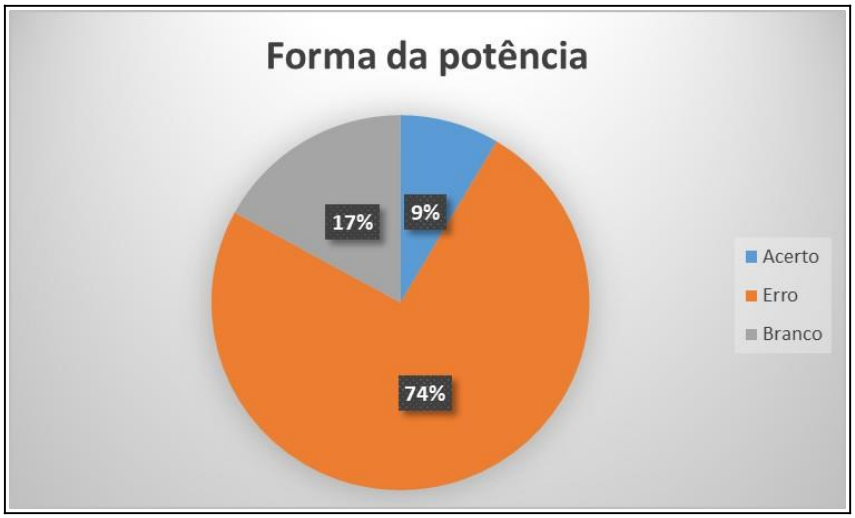
Figura 10: Resolução do aluno A14



Fonte: os autores.

Para a análise das resoluções da letra “b” da 1ª questão consideraremos as categorias acerto, erro ou branco, cujas respostas sobre a “forma de potência” é apresentada no Gráfico 3.

Gráfico 3: Resultado do 1º quesito letra “b”



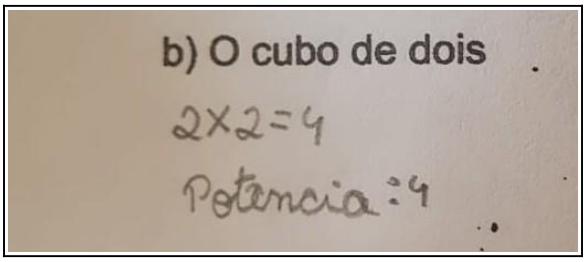
Fonte: os autores.

Para o objetivo “forma de potência”, no Gráfico 3, percebe-se que apenas 4 estudantes (9%) resolveram corretamente a letra “b” e 8 estudantes (17%), deixaram a resposta em branco. No entanto, com um percentual enorme, 35 estudantes (74%) erraram a letra “b” o que já mostra indícios de falta de aprendizagem do conteúdo potenciação.

A seguir, indicaremos o tipo de erro encontrado pelos estudantes.

- **Erro tipo 1: associam a uma multiplicação em vez de potência.** Conforme Figura 11.

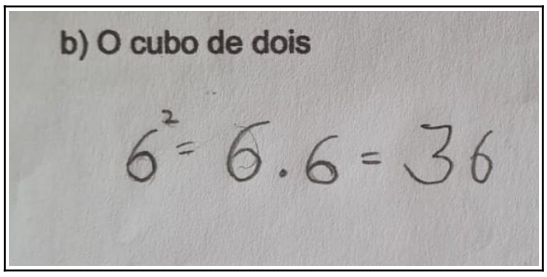
Figura 11: Resolução do estudante B10.



Fonte: os autores.

- **Erro tipo 2: realizam a forma de potência com números incorretos.** Conforme Figura 12.

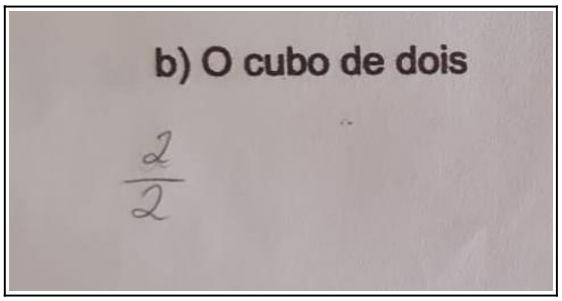
Figura 12: Resolução do aluno A1



Fonte: os autores.

- **Erro tipo 3: Dividem em vez de escrever sob a forma de potência.** Conforme Figura 13.

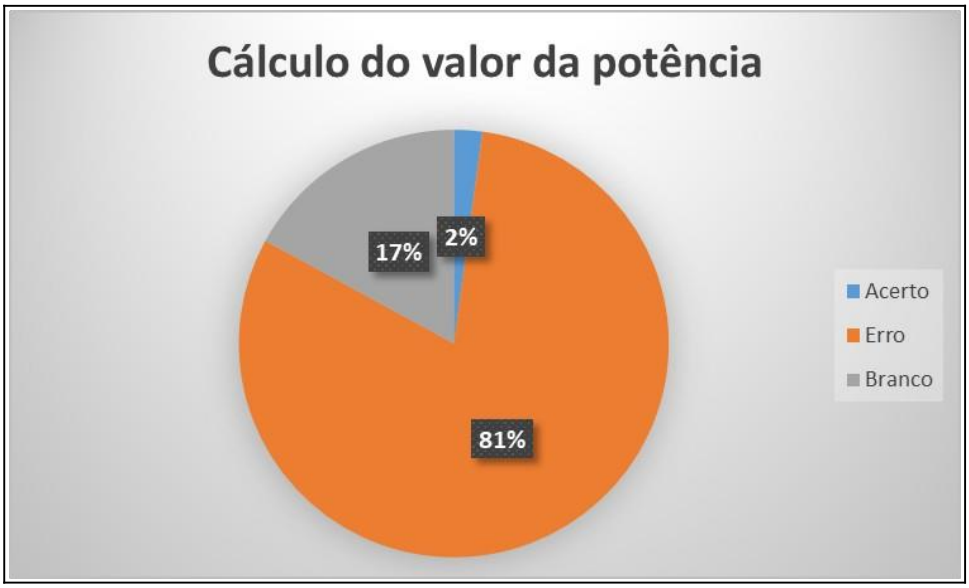
Figura 13: Resolução do aluno A2.



Fonte: os autores.

Para o objetivo “cálculo do valor da potência”, analisaremos a seguir os resultados apresentados no Gráfico 4.

Gráfico 4: Resultado do 1º quesito letra “b”



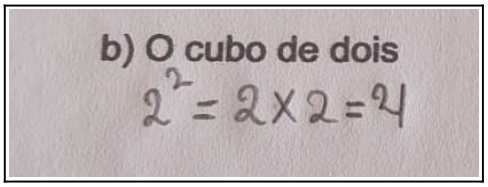
Fonte: os autores.

Para o objetivo “cálculo do valor da potência” no gráfico 4, temos que apenas 1 estudante (2%) acertou corretamente a letra “b”, e 8 estudantes (17%) deixaram suas respostas em branco. Enquanto 38 estudantes (81%) erraram a letra “b” demonstrando falta de aprendizagem.

A seguir, indicaremos o tipo de erro encontrado pelos estudantes.

- **Erro tipo 1: usaram o valor do expoente errado e por essa razão, o cálculo estava errado.** Conforme Figura 14.

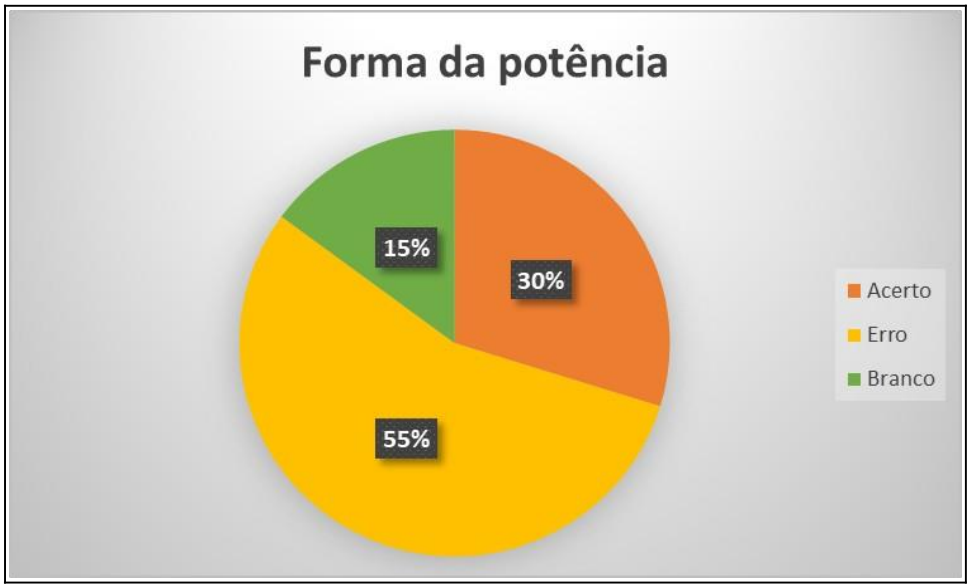
Figura 14: Resolução do aluno A14.



Fonte: os autores.

Para o objetivo “forma de potência”, letra “c”, analisaremos a seguir os resultados apresentados no Gráfico 5.

Gráfico 5: Resultado do 1º quesito letra “c”



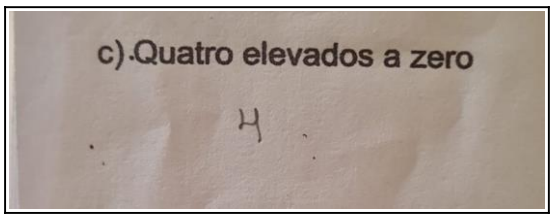
Fonte: os autores.

Para o objetivo “forma da potência” no gráfico 5, temos que 14 estudantes (30%) acertaram a letra “c”, e 7 estudantes (15%) deixaram em branco, enquanto 26 estudantes (55%) erraram, demonstrando não saberem a forma da potência.

A seguir, indicaremos o tipo de erro encontrado pelos estudantes.

- **Erro tipo 1: usaram apenas a base, indicando não saberem a forma da potência.** Conforme Figura 15.

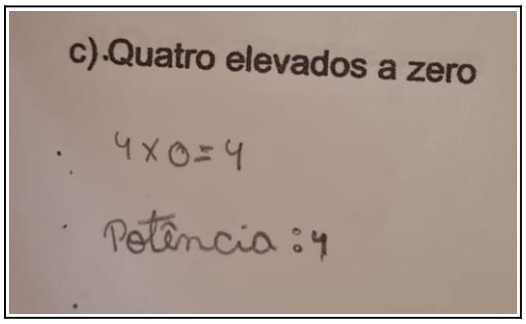
Figura 15: resolução do aluno B1



Fonte: os autores.

- **Erro tipo 2: associaram a uma multiplicação.** Conforme Figura 16.

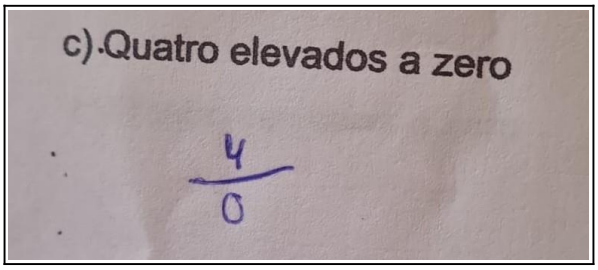
Figura 16: Resolução do estudante B9.



Fonte: os autores.

- **Erro tipo 3: usaram uma divisão, em vez de potência.** Conforme Figura 17.

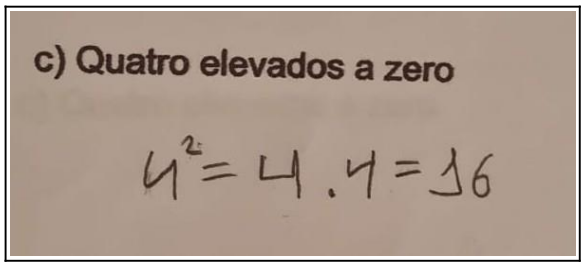
Figura 17: Resolução do estudante B3



Fonte: os autores.

- **Erro tipo 4: Fizeram a potência, porém erraram o expoente.** Conforme Figura 18.

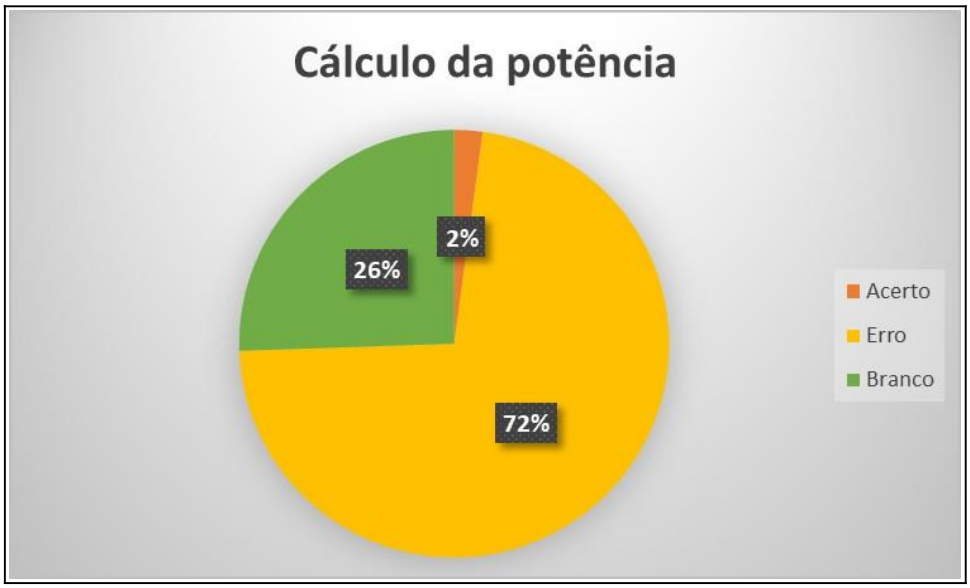
Figura 18: Resolução do aluno A1.



Fonte: os autores.

Para o objetivo “cálculo da potência”, letra “c”, analisaremos a seguir os resultados apresentados no Gráfico 6.

Gráfico 6: Resultado do 1º quesito letra “c”



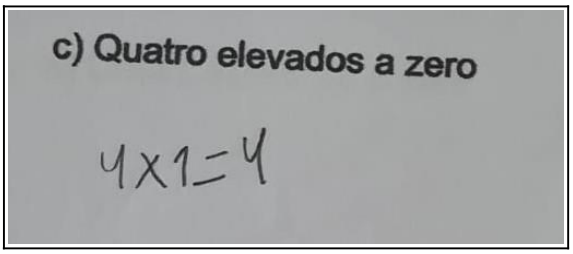
Fonte: os autores.

Para o objetivo “cálculo da potência” no gráfico 6, temos apenas 1 estudante (2%) que acertou corretamente a letra “c” e 12 estudantes (26%) que deixaram em branco. Contudo tivemos 34 estudantes (72%) que erraram o cálculo, percebendo assim o baixo nível de aprendizado.

A seguir, indicaremos o tipo de erro encontrado pelos estudantes.

- **Erro tipo 1: associaram como uma multiplicação, demonstrando não saber identificar uma potência.** Conforme Figura 19.

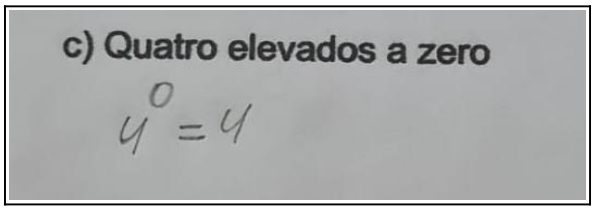
Figura 19: Resolução do aluno B15.



Fonte: os autores.

- **Erro tipo 2: erraram por achar que a base elevada a zero, é ela mesma.** Conforme Figura 20.

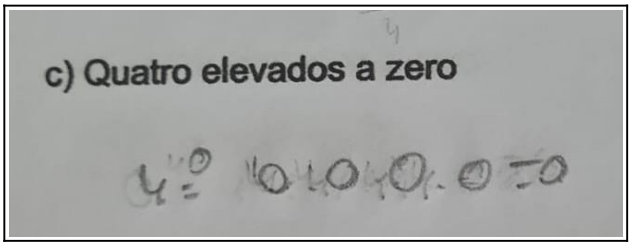
Figura 20: Resolução do aluno A3.



Fonte: os autores.

- **Erro tipo 3: repetiram o expoente de acordo com a quantidade que representa a base.** Conforme figura 21.

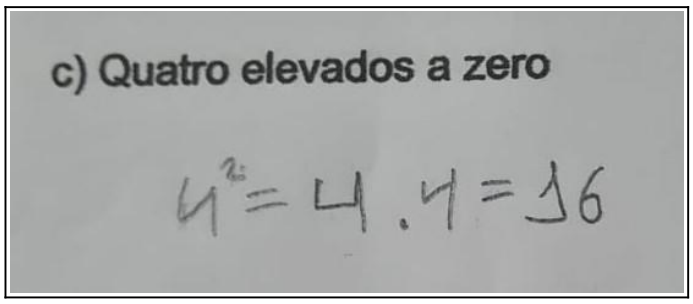
Figura 21: Resolução do estudante A5.



Fonte: os autores.

- **Erro tipo 4: erraram a forma de potência e por isso consequentemente, o seu resultado.** Conforme Figura 22.

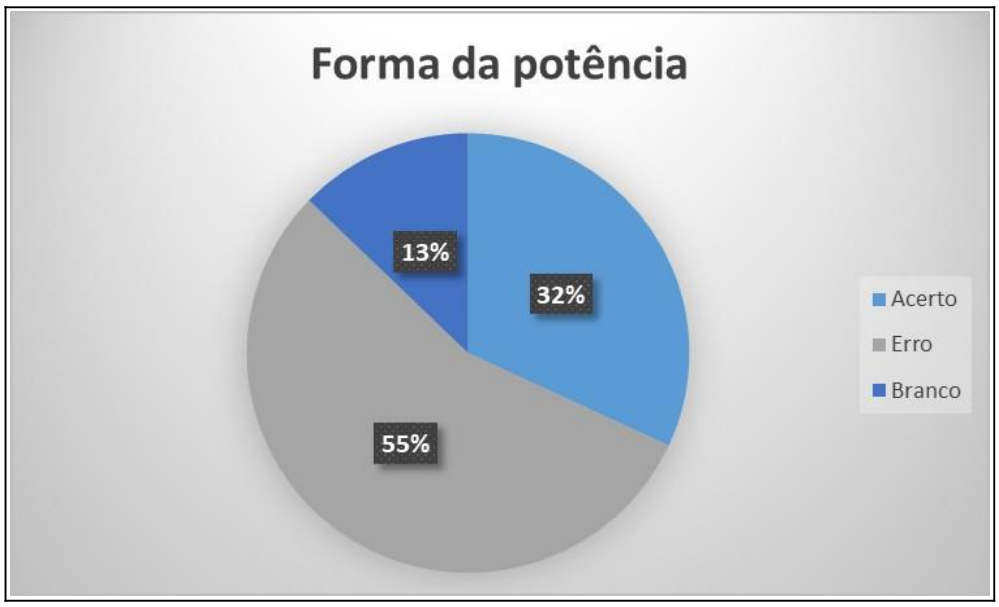
Figura 22: Resolução do estudante A1.



Fonte: os autores.

Para o objetivo “forma de potência”, letra “d”, analisaremos a seguir os resultados apresentados no Gráfico 7.

Gráfico 7: Resultado do 1º quesito letra “d”



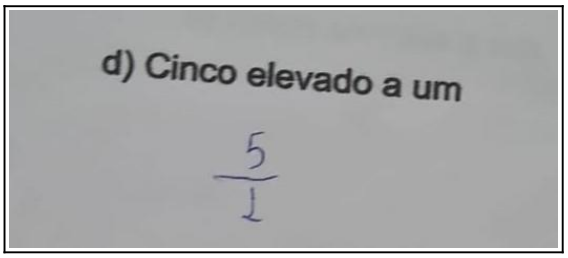
Fonte: os autores.

Para o objetivo “forma da potência” no Gráfico 7, verificamos que 15 estudantes (32%) acertaram corretamente a letra “d” e 6 estudantes (13%) deixaram em branco, porém 26 estudantes (55%) não souberam responder corretamente, o que apresenta mais uma vez um grande percentual nos discentes que erraram.

A seguir, indicaremos o tipo de erro encontrado pelos estudantes.

- **Erro tipo 1: os estudantes associam a uma divisão, demonstrando não dominar o básico de potenciação.** Conforme Figura 23.

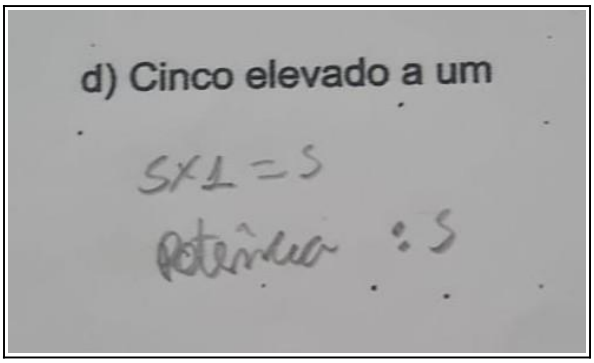
Figura 23: resolução do aluno A17



Fonte: os autores.

- **Erro tipo 2: os estudantes fizeram uma multiplicação em vez de indicar corretamente a forma de potência.** Conforme Figura 24.

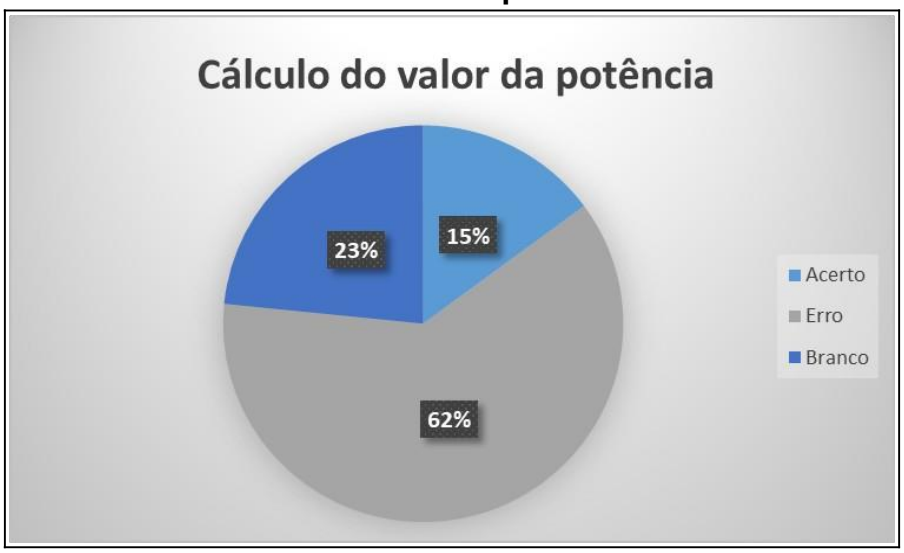
Figura 24: Resolução do estudante B9.



Fonte: os autores.

Para o objetivo “cálculo do valor da potência”, letra “d”, analisaremos a seguir os resultados apresentados no Gráfico 8.

Gráfico 8: Resultado do 1º quesito letra “d”



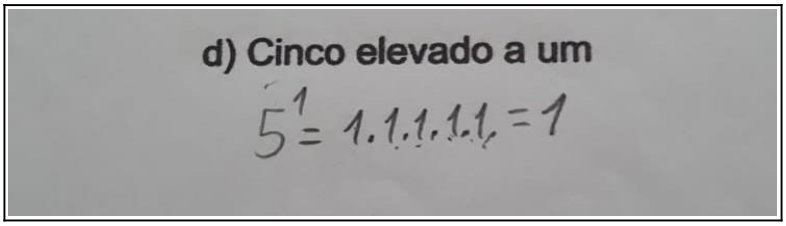
Fonte: os autores.

Para o objetivo “cálculo do valor da potência” no Gráfico 8, temos 7 estudantes (15%) que acertaram corretamente a letra “d” e 11 estudantes (23%) deixaram suas respostas em branco, enquanto 29 estudantes (62%) erraram os cálculos.

A seguir, indicaremos o tipo de erro encontrado pelos estudantes.

- **Erro tipo 1: alguns estudantes acertaram a forma da potência, porém erraram o seu cálculo: multiplicaram o valor do expoente pela quantidade do número da base.** Conforme Figura 25.

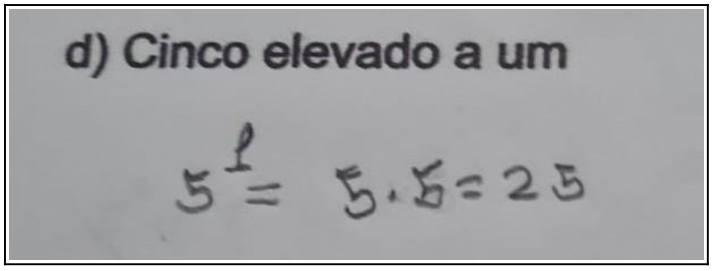
Figura 25: Resolução do estudante A6



Fonte: os autores.

- **Erro tipo 2: estudantes que acertaram a forma da potência, mas que multiplicaram a base duas vezes e erraram seu cálculo.** Conforme Figura 26.

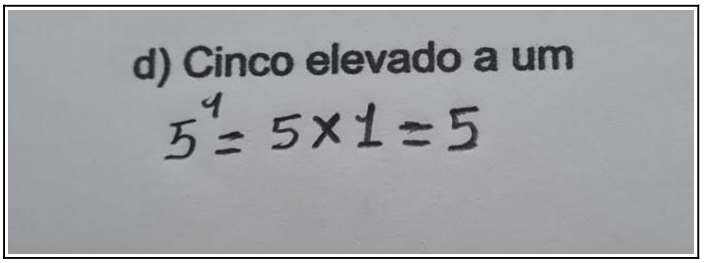
Figura 26: Resolução dos estudantes A11 e B16.



Fonte: os autores.

- **Erro tipo 3: estudantes que para resolver os cálculos multiplicam a base pelo expoente.** Conforme Figura 27.

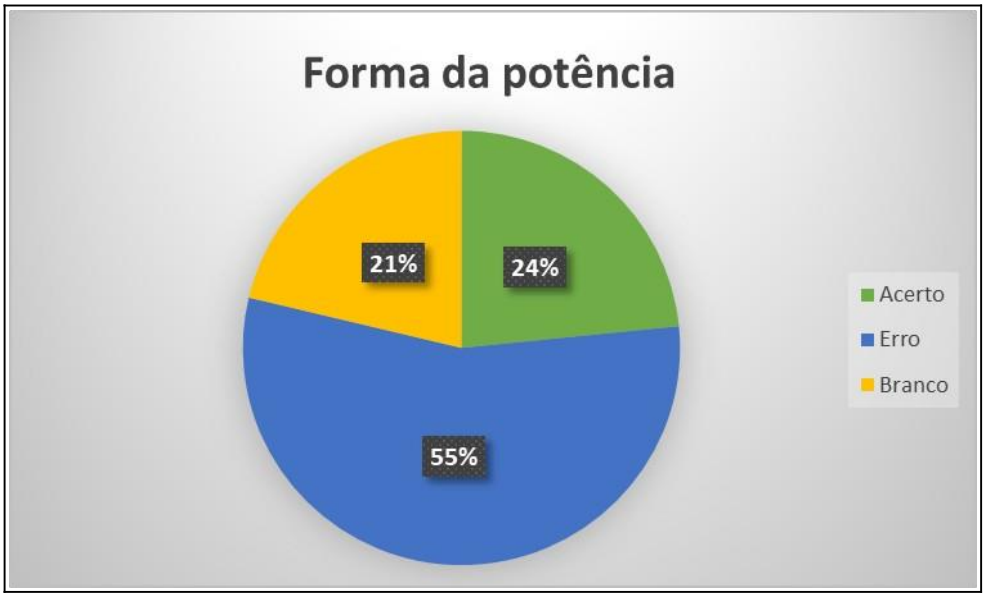
Figura 27: Resolução do estudante A14.



Fonte: os autores.

Para o objetivo “forma da potência”, letra “e”, analisaremos a seguir os resultados apresentados no Gráfico 9.

Gráfico 9: Resultado do 1º quesito letra “e”



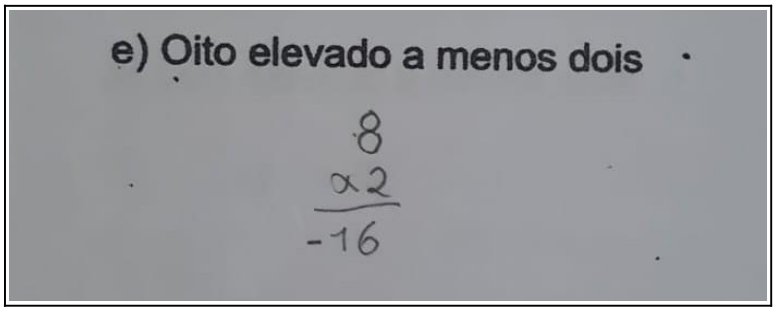
Fonte: os autores.

Para o objetivo “forma da potência” no Gráfico 9, temos que 11 estudantes (24%) acertaram corretamente a letra “e’ e 10 estudantes (21%) deixaram em branco, contudo tivemos 26 estudantes (55%) que erraram a forma da potência e por isso, verifica-se um nível de aprendizado baixo dos discentes no conteúdo de potenciação.

A seguir, indicaremos o tipo de erro encontrado pelos estudantes.

- **Erro tipo 1: associam a uma multiplicação da base pelo expoente.** Conforme Figura 28.

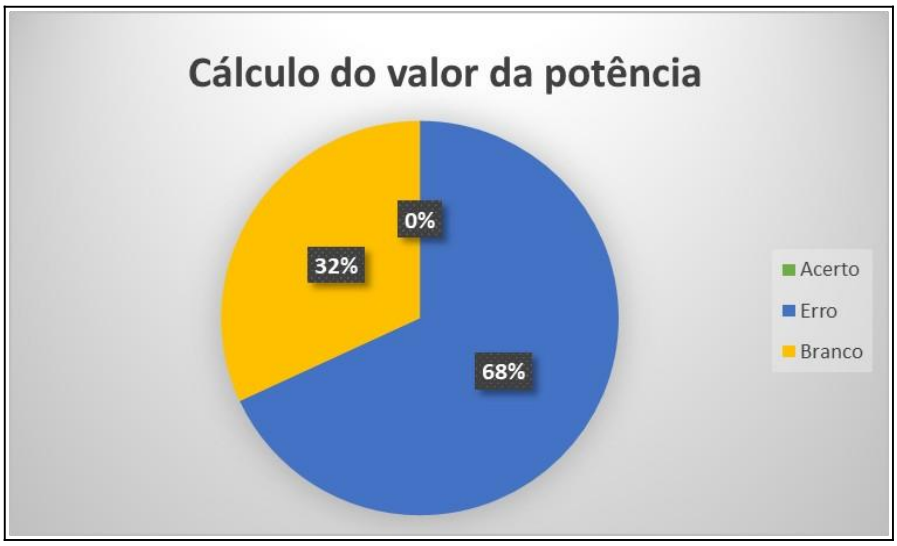
Figura 28: Resolução do estudante B1.



Fonte: os autores.

Para o objetivo “valor da potência”, letra “e”, analisaremos a seguir os resultados apresentados no Gráfico 10.

Gráfico 10: Resultado do 1º quesito letra “e”



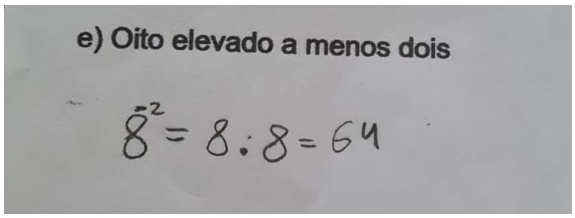
Fonte: os autores.

Para o objetivo “cálculo do valor da potência” no Gráfico 10, temos que nenhum estudante (0%) acertou corretamente a letra “e” e 15 estudantes (32%) deixaram em branco as suas respostas, entretanto 32 estudantes (68%) erraram o cálculo, apontando um grande percentual de erros e baixo aprendizado sobre potenciação.

A seguir, indicaremos o tipo de erro encontrado pelos estudantes.

- **Erro tipo 1: associaram a base multiplicada pela quantidade de vezes do expoente, porém não consideraram o sinal e fizeram a resolução errada.** Conforme Figura 29.

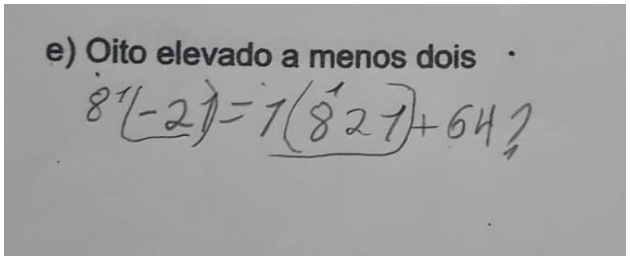
Figura 29: Resolução do estudante A6.



Fonte: os autores.

- **Erro tipo 2: erros de difícil entendimento.** Conforme Figura 30.

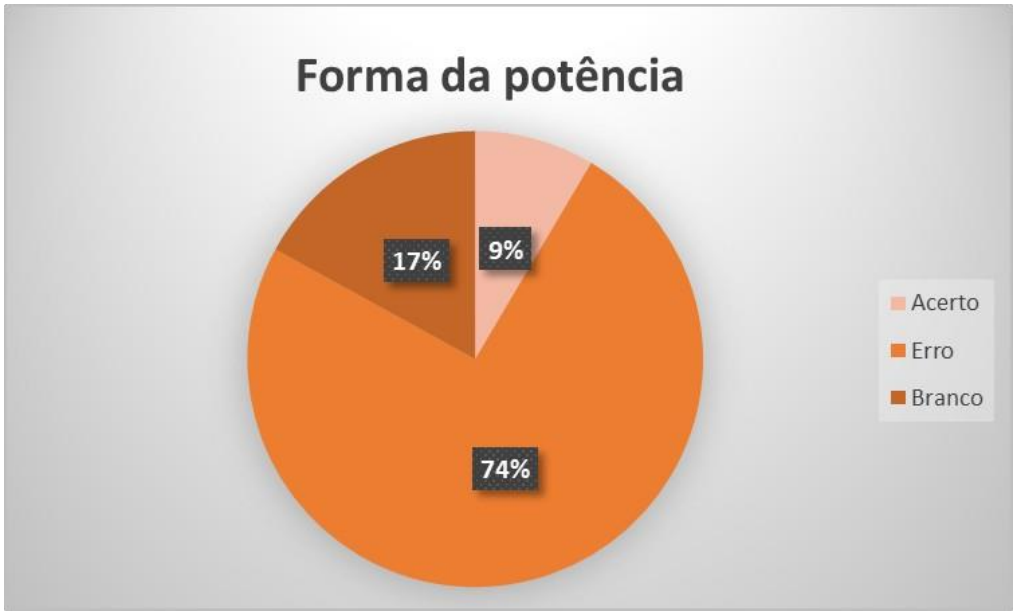
Figura 30: Resolução do estudante B8.



Fonte: os autores.

Para o objetivo “forma de potência”, letra “f”, analisaremos a seguir os resultados apresentados no Gráfico 11.

Gráfico 11: Resultado do 1º quesito letra “f”



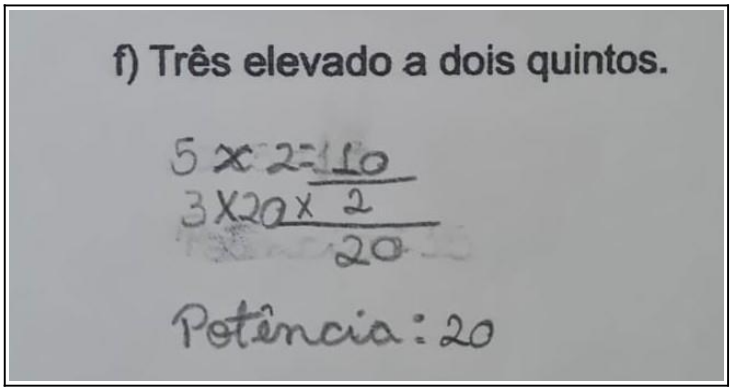
Fonte: os autores.

Para o objetivo “forma da potência” no Gráfico 11, temos que apenas 4 estudantes (9%) acertaram corretamente a letra “f” e 8 estudantes (17%) deixaram suas respostas em branco, entretanto 35 estudantes (74%) erraram suas respostas, mostrando suas dificuldades sobre potenciação, visto que foi um conteúdo ensinado anteriormente em outras séries, e mesmo assim, os alunos demonstram um baixo nível de aprendizagem.

A seguir, indicaremos o tipo de erro encontrado pelos estudantes.

- **Erro tipo 1: os estudantes associaram a uma multiplicação, porém de números que não fazem sentido na questão proposta.** Conforme Figura 31.

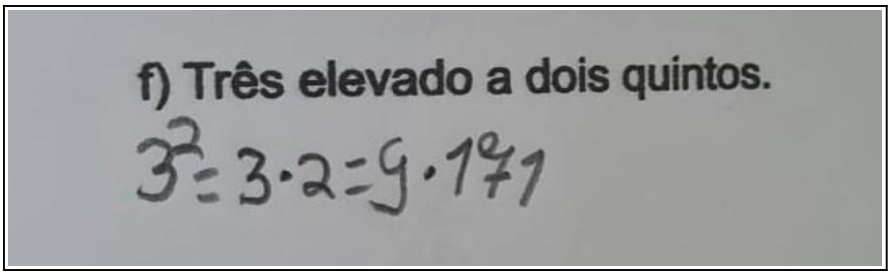
Figura 31: Resolução do estudante B10.



Fonte: os autores.

Erro tipo 2: fizeram uma potência, porém não souberam colocar o expoente corretamente, errando a questão. Conforme Figura 32.

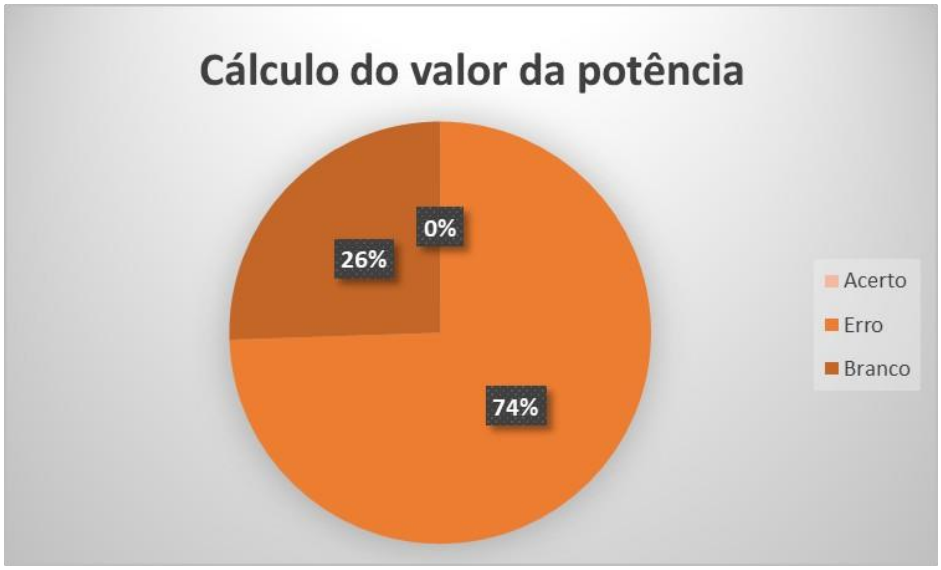
Figura 32: Resolução do estudante B22.



Fonte: os autores.

Para o objetivo “cálculo do valor da potência”, letra “f”, analisaremos a seguir os resultados apresentados no Gráfico 12.

Gráfico 12: Resultado do 1º quesito letra “f”



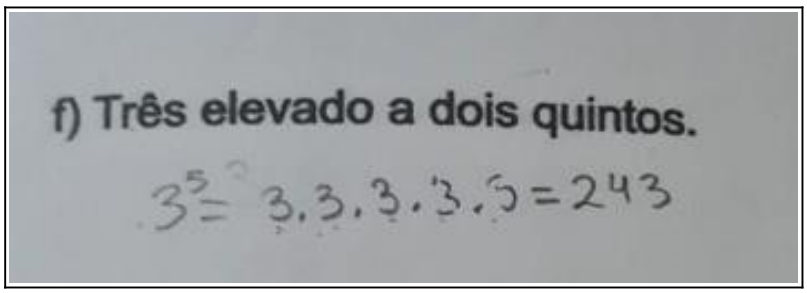
Fonte: os autores.

Para o objetivo “cálculo do valor da potência” no Gráfico 12, temos que nenhum estudante (0%) acertou e 12 estudantes (26%) deixaram suas respostas em branco, apesar disso tivemos um grande percentual de 35 estudantes (74%) que erraram a questão pedida, verificando a carência em questões de potenciação.

A seguir, indicaremos o tipo de erro encontrado pelos estudantes.

Erro tipo 1: interpretaram o expoente de forma errada, errando também o seu cálculo. Conforme Figura 33.

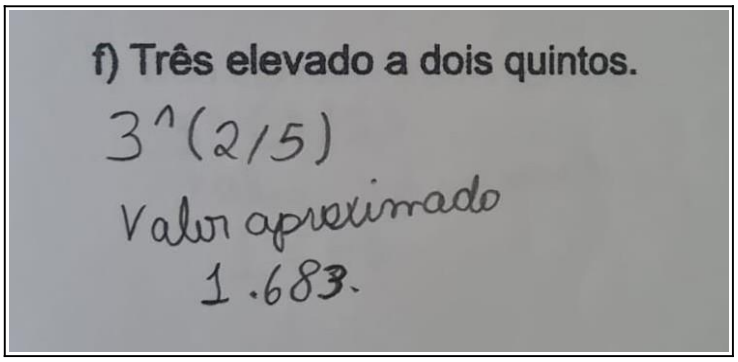
Figura 33: Resolução do estudante A6.



Fonte: os autores.

- **Erro tipo 2: erros de difícil entendimento, parecendo que utilizaram calculadora.** Conforme Figura 34.

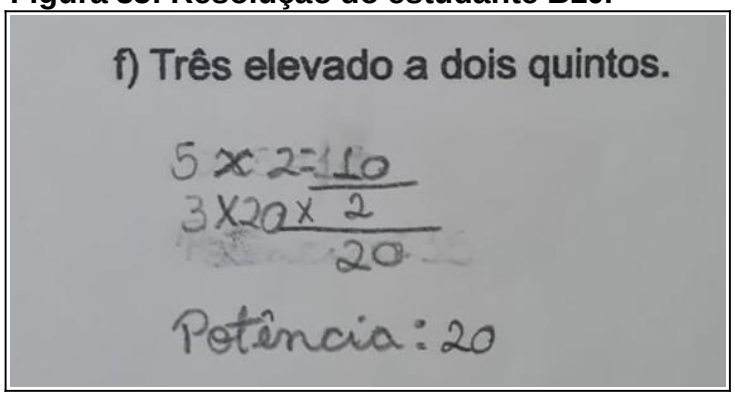
Figura 34: Resolução do estudante B12.



Fonte: os autores.

- **Erro tipo 3: estudantes que por não saberem a forma correta da potência, erraram seus cálculos.** Conforme Figura 35.

Figura 35: Resolução do estudante B10.



Fonte: os autores.

Observamos ao longo desta pesquisa uma carência na aprendizagem de matemática, principalmente sobre o conteúdo de potenciação, onde a maioria dos alunos (grande percentual) erraram suas respostas tanto na questão de “forma de

potência” quanto na questão de “cálculo do valor da potência” em diversos quesitos das questões, indicando um desprovimento em assuntos básicos de matemática.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através desta pesquisa, identificamos o nível de desenvolvimento dos discentes em relação ao conteúdo de potenciação, e principalmente, contribuir com os resultados do trabalho de Jesus (2016) através da análise de erros de um instrumento avaliativo. O objetivo deste trabalho nos possibilitou relatar situações na forma da potência e seus cálculos, na passagem da linguagem matemática e na sua interpretação.

Primeiramente, obtivemos no decorrer da questão 1, aspectos que foram importantes recursos para identificar as possíveis causas de erros. Enquanto uns deixavam suas respostas em branco, outros erravam bastante, demonstrando a dificuldade em operações básicas, além de confundirem a potência com multiplicação e divisão e trocarem os números correspondentes a base e expoente, entre outros.

Com isso, conseguimos a partir deste trabalho, observar e destacar os erros mais cometidos e obter meios necessários de propor aulas inovadoras em que os alunos possam ser protagonistas do conhecimento ou que sejam argumentadores, e por meio da análise de erros poderem ampliar seus conhecimentos.

De modo geral, apontando novos casos de estudos para outras análises futuras como: como a construção do conhecimento é feita por meio da análise e interpretação de erros?, Como ensinar a partir da análise de erros? Ou, identificar e categorizar outros erros cometidos sobre potenciação, e ainda, aspectos associados a como levar o melhor entendimento sobre operações básicas para trabalhar matemática nessa e em outras áreas.

Referências Bibliográficas

BOALER, J. **Mentalidades matemáticas: estimulando o potencial dos estudantes por meio da matemática criativa, das mensagens inspiradoras e do ensino inovador.** Tradução: Daniel Bueno. - Porto Alegre: Penso, 2018.

CASTRO, Michele G. Bredel. **O processo ensino-aprendizagem na visão da perspectiva piagetiana.** Universidade Federal do Espírito Santo, Departamento de Psicologia Social e Institucional/UERJ, 2016. v. 12. p. 233-240.

CURY, Helena N. **Análise de erros: o que podemos aprender com as respostas dos alunos.** Belo Horizonte: Autêntica, 3ª ed. 2019.

CURY, H. N. **As concepções de Matemática dos professores e sua forma de considerar o erro dos alunos.** Porto Alegre, Tese de Doutorado na Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1994.

DAVIS, C; ESPÓSITO, Y.L. **O Papel e a Função do Erro na Avaliação Escolar.** Rev. Brás. Est. pedag. Brasília, 1991.

DE LA TORRE, Saturnino. Aprender com os Erros: o Erro Como Estratégia de Mudança. Porto Alegre: Artmed, 2007.

FEIO, Evandro dos Santos Paiva. **Matemática e linguagem: um enfoque na conversão da língua natural para a linguagem matemática.** Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Pará, Instituto de Educação Matemática e Científica, Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemáticas, Belém, 2009.

IEZZI, Gelson; DOLCE, Osvaldo; MURAKAMI, Carlos. **Fundamentos de Matemática Elementar: Volume 2 – Logaritmos.** 10. ed. São Paulo: Atual, 2013.

JESUS, Danilo do Nascimento de. **Análise de Erros no Ensino de Matemática: Uma proposta de Ensino e Pesquisa a Partir das Experiências de Estágios.** In: 7º Congresso Brasileiro de Extensão Universitária, 2016, Ouro Preto. Trabalhos Completos. Ouro Preto: Multicultural produções artísticas, 2016. v. 1. p. 1-8000.

LUCKESI, C. C. **Avaliação da aprendizagem escolar.** 21. ed. São Paulo: Cortez, 2010.

MALHEIROS, Ana Paula dos Santos. FORNER, Régis. SOUZA, Lahis Braga. **Paulo Freire e Educação Matemática: Inspirações e Sinergias com a Modelagem Matemática.** Revista do programa de pós-graduação em Educação Matemática da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), 2021, v. 14.

MEDEIROS, Adriane de. WELTER, Maria Preis. **Dificuldades na aprendizagem da matemática: como superá-las?** UCEFF.

MOÇO, Anderson. **Vencendo os erros: Use os equívocos identificados nas atividades para ajudar o aluno a superar barreiras e seguir aprendendo.** Nova

escola, 2012. Disponível em: https://novaescola.org.br/conteudo/1964/vencendo-os-erros. Acesso em: (18/11/2024).

PAIAS, Ana Maria. **Diagnóstico dos erros sobre a Operação Potenciação aplicado a alunos dos Ensinos Fundamental e Médio.** Pontifícia Universidade Católica de São Paulo PUC/SP. São Paulo, 2009.

RAMOS, Maria Luisa Perdigão Diz. **A importância da análise didática dos erros matemáticos como estratégia de revelação das dificuldades dos alunos.** REVEMAT, Florianópolis, v. 10, 2015.

TABILE, Ariete Frojlich. JACOMETO, Marisa Claúdia Durante. **Fatores influenciadores no processo de aprendizagem: um estudo de caso.** Revista Psicopedagogia. Lucas do Rio Verde, MT, Brasil. Vol.34. São Paulo, 2017.

VASCONCELLOS, Celso dos Santos. **Avaliação: concepção dialética libertadora do processo de avaliação escolar.** 17ª ed. São Paulo: Libertad, 1994.