

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS APLICADAS E EDUCAÇÃO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS
CURSO DE LICENCIATURA EM MATEMÁTICA

Zildikelly Alves da Silva

Potenciação: uma análise de erros na resolução de questões em uma turma
do 7º ano do Ensino Fundamental

Rio Tinto – PB
2019

Zildikelly Alves da Silva

Potenciação: uma análise de erros na resolução de questões em uma turma do 7º ano do Ensino Fundamental

Trabalho Monográfico apresentado à Coordenação do Curso de Licenciatura em Matemática como requisito parcial para obtenção do título de Licenciado em Matemática.

Orientadora: Prof.^a Ma. Agnes Liliane Lima Soares de Santana

Rio Tinto – PB
2019

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

S586p Silva, Zildikelly Alves da.

Potenciação: uma análise de erros na resolução de
questões em uma turma do 7º ano do Ensino Fundamental /
Zildikelly Alves da Silva. - Rio Tinto, 2019.
42 f.

Orientação: Agnes Liliane Lima Soares de Santana.
Monografia (Graduação) - UFPB/CCAIE.

1. Potenciação. Análise de erros. Dificuldades. I.
Santana, Agnes Liliane Lima Soares de. II. Título.

UFPB/BC

Zildikelly Alves da Silva

Potenciação: uma análise de erros na resolução de questões em uma turma do 7º ano do Ensino Fundamental

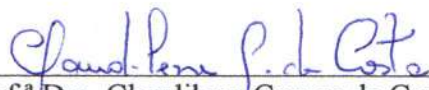
Trabalho Monográfico apresentado à Coordenação do Curso de Licenciatura em Matemática como requisito parcial para obtenção do título de Licenciado em Matemática.

Orientadora: Prof. Ma. Agnes Liliane Lima Soares de Santana

Aprovado em: 26 / 09 / 2019

BANCA EXAMINADORA


Prof.^a Ma. Agnes Liliane Lima Soares de Santana (Orientadora) – DCX/UFPB


Prof.^a Dra. Claudilene Gomes da Costa – DCX/UFPB


Prof. Dr. Joseilme Fernandes Gouveia - DCX/UFPB.

Dedico este trabalho a minha mãe por todo apoio propiciado a mim nesta caminhada. E em memória ao meu avô, João Capitulino da Silva que eu tenho total certeza de que se ainda estivesse aqui estaria orgulhoso e emocionado com esta conquista.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a **Deus**, por me dar forças para não desistir e seguir firme ao longo desta caminhada;

Aos **meus pais**, ao **meu noivo** e a **todos aqueles familiares** que torceram por mim desde o meu ingresso no curso e até o presente momento;

Em especial a **minha mãe**, Josilda Alves da Silva que sempre me apoiou e me ajudou da maneira que pôde;

Aos **colegas**, que contribuíram direta ou indiretamente nesse processo;

Aos **professores**, que tive ao longo de toda a minha formação, principalmente aqueles que despertaram em mim o interesse pela matemática no ensino regular e aos do ensino superior que contribuíram diretamente na minha formação profissional;

A **minha orientadora**, Prof.^a Agnes Liliane Lima Soares de Santana, por aceitar me orientar e colaborar com este momento tão importante.

Ninguém ignora tudo. Ninguém sabe tudo. Todos nós sabemos alguma coisa. Todos nós ignoramos alguma coisa. Por isso aprendemos sempre.

Paulo Freire

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo geral analisar os erros cometidos pelos alunos na resolução de questões de potenciação em uma turma do 7º ano do Ensino Fundamental. O estudo foi desenvolvido com um total de 32 alunos de uma turma em uma escola pública da rede estadual do município de Jacaraú – PB. Neste trabalho foi apresentado também um pouco da história da potenciação ao longo dos tempos e ainda as orientações presentes nos documentos oficiais a respeito do ensino da potenciação. A metodologia utilizada para o desenvolvimento da pesquisa em relação aos objetivos caracteriza-se como descritiva. Quanto à abordagem caracteriza-se em qualitativa e no que se refere aos procedimentos técnicos classificou-se como levantamento de caso. O instrumento de coleta de dados utilizado foi um questionário diagnóstico aplicado na turma alvo da pesquisa, composto inicialmente por três questões fechadas, cujo objetivo foi de conhecer o perfil dos alunos envolvidos e duas questões referentes ao conteúdo de potenciação. Em relação aos resultados, observou-se que os alunos apresentam dificuldades principalmente na própria definição de potenciação atribuindo na maioria das vezes a multiplicação entre base e expoente, como também nas potências que envolvem números negativos. Cabe destacar ainda, que os resultados obtidos por meio desta pesquisa servem de base para o professor planejar e desenvolver ações que auxiliem no suprimento das dificuldades apresentadas por seus alunos.

Palavras-chave: Potenciação. Análise de erros. Dificuldades. Ensino de Matemática.

ABSTRACT

The present work had as general objective to analyze the mistakes made by the students in the resolution of potentiation questions in a 7th grade elementary school class. The study was developed with a total of 32 students from a class in a public school of the state network of Jacaraú - PB. In this work we have also presented a little of the history of potentiation over time and also the orientations present in the official documents regarding the teaching of potentiation. The methodology used for the development of the research in relation to the objectives is characterized as descriptive. Regarding the approach is characterized in qualitative and as regards the technical procedures was classified as case lifting. The data collection instrument used was a diagnostic questionnaire applied to the research target group, initially composed of three closed questions, whose objective was to know the profile of the students involved and two questions related to the potentiation content. Regarding the results, it was observed that the students have difficulties mainly in the definition of potentiation attributing in most cases the multiplication between base and exponent, as well as in the powers that involve negative numbers. It is also worth mentioning that the results obtained through this research serve as a basis for the teacher to plan and develop actions that help in supplying the difficulties presented by his students.

Keywords: Potentiation. Error analysis. Difficulties. Mathematics Teaching.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Problema nº 79 do Papiro de Rhind	17
Figura 2 – Resposta do aluno A	26
Figura 3 – Resposta do aluno B	26
Figura 4 – Resposta do aluno C	26
Figura 5 – Resposta do aluno D	26
Figura 6 – Justificativa do aluno D na questão 4	27
Figura 7 – Resolução do aluno E no item a	29
Figura 8 – Resolução do aluno F no item a	29
Figura 9 – Resolução do aluno G no item b	29
Figura 10 – Resolução do aluno H no item b	30
Figura 11 – Resolução do aluno I no item c	30
Figura 12 – Resolução do aluno I no item d	30
Figura 13 – Resolução do aluno J no item e	31
Figura 14 – Resolução do aluno K no item e	31
Figura 15 – Resolução do aluno L no item f	31
Figura 16 – Resolução do aluno M no item f	32
Figura 17 – Resolução do aluno N no item f	32
Figura 18 – Resolução do aluno O no item g	33
Figura 19 – Resolução do aluno P no item g	33
Figura 20 – Resolução do aluno Q no item h	33
Figura 21 – Resolução do aluno R no item h	34
Figura 22 – Resolução do aluno S no item i	34
Figura 23 – Resolução do aluno T no segundo exercício	36
Figura 24 – Resolução do aluno U no segundo exercício	36
Figura 25 – Resolução do aluno V no segundo exercício	37
Figura 26 – Resolução do aluno W no segundo exercício	37
Figura 27 – Resolução do aluno X no segundo exercício	38

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Porcentagem de erros e acertos e objetivos de cada item da questão 4	27
Quadro 2 – Respostas apresentadas no segundo exercício	35

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Idade dos alunos	25
Gráfico 2 – Desempenho dos alunos no segundo exercício	35

LISTA DE ABREVIATURAS

AEE	Atendimento Educacional Especializado
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PB	Paraíba
RCEF	Referenciais Curriculares do Ensino Fundamental
UFPB	Universidade Federal da Paraíba

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
1.1 Apresentação do Tema	14
1.2 Problemática e justificativa	15
1.3 Objetivos	16
1.3.1 Objetivo Geral	16
1.3.2 Objetivos Específicos	16
2. REFERENCIAL TEÓRICO	17
2.1 Um pouco sobre a história da Potenciação	17
2.2 Orientações dos Documentos Oficiais para o ensino da Potenciação	19
2.3 A análise de erros em potenciação	21
3. CONSIDERAÇÕES METODOLÓGICAS	23
3.1 Tipo de estudo	23
3.2 População e amostra	23
3.3 Instrumento e coleta de dados	24
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
4.1 Características dos alunos participantes	25
4.2 Apresentação e Análise dos Dados	27
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	39
REFERÊNCIAS	40
APÊNDICE	41
APÊNDICE – Questionário Diagnóstico	41

1. INTRODUÇÃO

1.1 Apresentação do Tema

A presente pesquisa intitulada Potenciação: uma análise de erros na resolução de questões em uma turma do 7º ano do Ensino Fundamental, refere-se a uma pesquisa na área de Educação Matemática, especificamente na subárea de análise de erros. O tópico de pesquisa está voltado para o Ensino Fundamental cujo conteúdo matemático potenciação é referente ao bloco de conteúdos Números e Operações.

O conteúdo de potenciação é desenvolvido inicialmente no 6º ano do Ensino Fundamental e servirá de base para o desenvolvimento de demais conteúdos presentes nas séries subsequentes da caminhada escolar do aluno. Todavia, o conhecimento necessário a ser desenvolvido pelos alunos nesse primeiro momento nem sempre é satisfatório, o que pode ser visto através dos erros cometidos por eles em questões envolvendo o conteúdo.

Descobrir os possíveis problemas que se encontram por trás dos erros cometidos serve como uma forma de entender as dificuldades dos alunos e pensar em estratégias metodológicas que possam reverter essa situação. Paias (2009, p. 27) compartilha desse ponto de vista ao afirmar que “[...] o erro faz parte do processo de ensino e aprendizagem e pode ser trabalhado de maneira construtiva do conhecimento. As produções escritas do aluno e seus erros servem como pontos de partida para uma compreensão do processo de ensino e aprendizagem.”

É importante ressaltarmos que a análise de erros apresenta-se como uma metodologia de pesquisa e ensino que pode vir a contribuir de forma bastante satisfatória para o entendimento dos erros que os alunos venham a cometer, pois busca revelar a importância de se analisar o erro na avaliação do aluno.

Através da pesquisa podemos elencar uma série de erros que podem servir de base para o professor que se interessar por essa linha de pesquisa e observar este tipo de dificuldade em seu aluno e a partir da pesquisa identificar o tipo de erro cometido e qual a possível solução para ajudar ou amenizar o problema.

Apresentamos esta pesquisa organizada em cinco capítulos, o primeiro deles trata-se desta introdução onde buscamos realizar a apresentação e algumas considerações gerais sobre o tema pesquisado. O segundo trata-se do referencial teórico, no qual apresentamos um pouco da história da potenciação ao longo dos tempos, as orientações dos documentos oficiais acerca desta operação matemática e as contribuições de alguns autores a respeito das dificuldades dos alunos e da análise de erros. No terceiro capítulo apresentamos as considerações metodológicas utilizadas na realização desta pesquisa. Já no quarto capítulo apresentamos os dados coletados, bem como a análise feita a

partir destes dados. E por fim no quinto capítulo apresentamos as considerações finais a respeito do que foi coletado e analisado.

1.2 Problemática e justificativa

Ao longo da minha atuação como professora de reforço escolar com alunos do 6º, 7º e 8º anos foi possível observar que ao estudarem o conteúdo de potenciação estes alunos apresentam certa dificuldade cometendo erros desde o conceito básico desta operação, um destes erros bem corriqueiro é o de multiplicar a base pelo expoente.

A partir desta observação realizada no reforço escolar no conteúdo de potenciação foi sendo despertado em mim um interesse em buscar entender as possíveis causas por trás dos erros cometidos pelos alunos.

Tendo por base os documentos analisados até o momento para o desenvolvimento desta pesquisa foi possível concluir que os erros cometidos pelos alunos na operação de potenciação estão no conceito e também nos procedimentos.

Ao tratarmos das dificuldades presentes neste conteúdo, Paias (2009, p. 15) declara que, “Durante observações que fizemos como docentes, a respeito das questões de ensino e aprendizagem de Matemática, constatamos que, até para um aluno do Ensino Médio, existe certa dificuldade na operação potenciação.”

As dificuldades apresentadas pelos alunos independente do conteúdo podem ser frutos de vários fatores que se reconhecidos servem de intermédio para que o professor tenha em mente possíveis soluções a serem apresentadas para o suprimento destas.

Partindo desse contexto, a presente pesquisa buscou responder ao problema de pesquisa: Quais os tipos de erros estão relacionados às dificuldades dos alunos em potenciação?

Ao realizar pesquisas por artigos científicos que tivessem relação com o tema “Dificuldades em Potenciação” pude observar que a minha temática de pesquisa se encaixava na análise de erros.

Por meio dos documentos estudados foi possível perceber o quanto é importante trabalhar com a análise de erros no processo de ensino aprendizagem. Os Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN, por exemplo, ressaltam a importância de se trabalhar com o erro ao destacarem que:

Na aprendizagem escolar o erro é inevitável e, muitas vezes, pode ser interpretado como um caminho para buscar o acerto. Quando o aluno ainda não sabe como acertar, faz tentativas, à sua maneira, construindo uma lógica própria para encontrar a solução. Ao procurar identificar, mediante a observação e o diálogo, como o aluno está pensando, o professor obtém as pistas do que ele não está compreendendo e pode planejar a intervenção adequada para auxiliar o aluno a refazer o caminho. (BRASIL, 1998, p.55).

Nesse contexto a análise de erros contribui não só para o professor se ater das dificuldades dos alunos e pensar em metodologias que possam suprir essas dificuldades, como também auxilia o próprio aluno no seu desenvolvimento de aprendizagem à medida que ele constrói sua própria lógica na busca da solução.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo Geral

Analisar os erros cometidos pelos alunos em questões de potenciação em uma turma do 7º ano de uma escola pública do município de Jacaraú – PB.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Realizar uma pesquisa bibliográfica sobre os tipos de erros relacionados à potenciação.
- Classificar os tipos de erros cometidos pelos alunos em questões de potenciação.
- Identificar as possíveis causas destes erros.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Um pouco sobre a história da Potenciação

A notação de potenciação tal qual utilizamos hoje em dia é um resultado de um longo período de construção e desenvolvimento, fruto da contribuição de vários matemáticos como Arquimedes, Diofante, Nicolas Chuquet, François Viète, René Descartes, entre outros que no decorrer da história foram desenvolvendo esta operação matemática mediante as suas necessidades. Desta forma apresentamos a seguir um pouco da história da potenciação.

Os primeiros vestígios relacionados à operação de potenciação datam de 2100-1580 a.C. O cálculo do volume de uma pirâmide de base quadrangular encontrado em um papiro egípcio é uma das primeiras referências que se tem conhecimento a esta operação matemática.

Um documento de grande importância para o conhecimento da matemática do Antigo Egito e que traz em um de seus problemas referências a respeito da potenciação é o papiro de Ahmes ou papiro de Rhind (nome dado em homenagem ao pesquisador Alexander Henri Rhind). Este documento é datado de 1650 a.C. e foi comprado por Rhind em 1858 d.C., copiado em escrita hierática o seu problema de número 79 traz as seguintes informações:

Figura 1 – Problema nº 79 do Papiro de Rhind

Casas	7
Gatos	49
Ratos	343
Trigo	2 401
Hekat	16 807
Total	19 607

Fonte: <http://www.educ.fc.ul.pt/icm/icm98/icm36/curiosidades.htm>

Em conformidade com Richartz (2005, p. 18) “Uma de suas interpretações é o reconhecimento dos números como as cinco primeiras potências de 7, juntamente com sua soma.”

A utilização da palavra potência em matemática é atribuída ao matemático grego Hipócrates de Quio (470 a.C.) que denotou o quadrado de um segmento pela palavra “dunamis”, cujo significado é potência. Desse modo, o significado original da palavra era potência de expoente dois, somente após algumas décadas desenvolveram potências com expoente superior.

Arquimedes (250 a.C.) escreveu um livro cujo objetivo era determinar o número de grãos de

areia necessários para encher o universo solar. Nesta época a escrita numérica dos antigos gregos era baseada nas letras do alfabeto o que tornava inviável a representação de números muito grandes. Em razão disso e obtendo como solução para o seu problema 10^{51} Arquimedes por sua vez criou um novo sistema de numeração capaz de escrever estes números utilizando uma regra equivalente a uma propriedade de potência.

Segundo Boyer (1989, apud OLIVEIRA e PONTE, 1999, p.2):

[...] na numeração utilizada na altura (alfabética), uma vez que apenas permitia escrever números até 10 000 (uma miríade). Arquimedes criou então um novo sistema: considerou os números de 1 a 10^8 , ou seja, até uma miríade de miríade, que se podiam escrever na numeração grega como sendo de primeira ordem; depois, os números de 10^8 até 10^{16} como sendo de segunda ordem, em que a unidade é 10^8 , e assim sucessivamente.

Assim sendo, Arquimedes fez uso de uma regra semelhante à propriedade da multiplicação de potências de mesma base: $10^{51} = 10^3 \cdot 10^8 \cdot 10^8 \cdot 10^8 \cdot 10^8 \cdot 10^8 \cdot 10^8$.

Diofante (250 d.C.) foi o responsável pelo uso de abreviações para potências e operações. Por meio de símbolos chegou a escrever até a quinta potência, já que para solução dos problemas com os quais trabalhou não era necessário potências de maior grau.

Segundo Paias (2009) Nicole Oresme cerca de 1360 d.C. apresentou em seu livro “De proportionibus proportionum” uma teoria das proporções na qual incluiu potências de expoente racional e estabeleceu regras semelhantes às propriedades que usamos atualmente. E em seu outro livro “Algorismus proportionum” sugeriu uma notação especial para potências de expoente fracionário.

Outra importante contribuição no desenvolvimento da potenciação foi dada por Nicolas Chuquet em 1484 d.C.

Nicolas Chuquet no livro *Triparty em la sciense des nombres*. [...] indicava a potência da quantidade desconhecida por um expoente associado ao coeficiente do termo; em nossa notação moderna: $5x$, $6x^2$, $10x^3$ na notação de Chuquet apareceriam como $.5.^1$, $.6.^2$, $.10.^3$. Chuquet mostra também conhecer potências de expoentes zero e negativos, representando: $9x^0$ como $.9.^0$ e $9x^{-2}$, como $.9.^{2.m}$ (RICHARTZ, 2005, p. 21).

Com o passar do tempo surgiram outras notações de demais pensadores, no entanto a presença de duas ou mais incógnitas nas equações fez com que a omissão do símbolo da variável não fosse mais possível, havendo assim a necessidade de aprimorar a notação de potência. (RICHARTZ, 2005)

Somente em 1637 d.C. através do filósofo e matemático francês René Descartes, em seu livro “La Géométrie” surge então a notação utilizada nos dias de hoje.

Portanto, a partir desse breve levantamento histórico podemos concluir que o que temos

hoje a respeito desta operação matemática como já mencionado no início deste capítulo é o resultado do trabalho desenvolvido por vários estudiosos ao longo da história.

2.2 Orientações dos Documentos Oficiais para o ensino da Potenciação

Ao analisarmos a Base Nacional Comum Curricular - BNCC (BRASIL, 2018) encontramos objetos de conhecimento e também algumas habilidades a serem desenvolvidas no 6º ano do Ensino Fundamental referentes ao conteúdo de potenciação na unidade temática Números. Como objetos de conhecimento temos potenciação com números naturais e racionais e no que se refere às habilidades temos:

Resolver e elaborar problemas que envolvam cálculos (mentais ou escritos, exatos ou aproximados) com números naturais, por meio de estratégias variadas, com compreensão dos processos neles envolvidos com e sem uso de calculadora.
Resolver e elaborar problemas com números racionais positivos na representação decimal, envolvendo as quatro operações fundamentais e a potenciação, por meio de estratégias diversas, utilizando estimativas e arredondamentos para verificar a razoabilidade de respostas, com e sem uso de calculadora. (BRASIL, 2018, p. 257).

Já os Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN (BRASIL, 1998) de matemática apresentam os conteúdos a serem estudados nos anos finais do Ensino Fundamental separados por blocos, destes o conteúdo de potenciação encontra-se presente no bloco Números e Operações. Os PCN indicam que o estudo sobre potenciação deve ser desenvolvido inicialmente no terceiro ciclo (6º e 7º ano) do Ensino Fundamental.

Sabemos que o desenvolvimento das operações seja ela adição, subtração, multiplicação, divisão, potenciação ou radiciação está diretamente relacionado ao trabalho com os diferentes significados dos números. Desse modo, ainda de acordo com os PCN, para que os alunos possam ampliar e construir novos significados para as operações é necessário que seja desenvolvido desde já o trabalho com a resolução de situações-problemas com os diferentes tipos de números e seus significados visto que “A resolução de situações-problemas com números naturais, racionais e inteiros permite, neste ciclo, a ampliação do sentido operacional, que se desenvolve simultaneamente à compreensão dos significados dos números.” (BRASIL, 1998, p. 66-67). Neste sentido vale salientar os objetivos apontados pelos PCN ao trabalhar o pensamento numérico no terceiro ciclo:

- ✓ ampliar e construir novos significados para os números naturais – naturais, inteiros e racionais – a partir de sua utilização no contexto social e da análise de alguns problemas históricos que motivaram sua construção;
- ✓ resolver situações-problema envolvendo números naturais, inteiros, racionais e a partir delas ampliar e construir novos significados da adição, subtração, multiplicação, divisão, potenciação e radiciação;

- ✓ identificar, interpretar e utilizar diferentes representações dos números naturais, racionais e inteiros, indicadas por diferentes notações, vinculando-as aos contextos matemáticos e não-matemáticos;
- ✓ selecionar e utilizar procedimentos de cálculo (exato ou aproximado, mental ou escrito) em função da situação problema proposta. (BRASIL, 1998, p. 64).

No que se referem às operações, os PCN apresentam que “o trabalho a ser realizado se concentrará na compreensão dos diferentes significados de cada uma delas, nas relações existentes entre elas e no estudo do cálculo, contemplando diferentes tipos – exato e aproximado, mental e escrito.” (BRASIL, 1998, p. 50). Em conceitos e procedimentos os PCN ao tratarem de potenciação destacam como objetivos para o ciclo:

Compreensão da potência com expoente inteiro positivo como produto reiterado de fatores iguais, identificando e fazendo uso das propriedades da potenciação em situações-problema.

Atribuição de significado à potência de expoente nulo e negativo pela observação de regularidades e pela extensão das propriedades das potências com expoente positivo. (BRASIL, 1998, p. 72).

As orientações didáticas acerca do ensino de potenciação presentes nos PCN sugerem que o conceito seja trabalhado por meio de multiplicações sucessivas de fatores iguais. Propõem também a construção de tabelas a fim de que os alunos observem regularidades das sequências e compreendam assim as potências de expoente 1 e 0.

Encontramos também nos Referenciais Curriculares do Ensino Fundamental do Estado da Paraíba – RCEF-PB, capacidades específicas a serem desenvolvidas pelos alunos dos anos iniciais (1º ao 5º ano) e pelos alunos dos anos finais (6º ao 9º ano) do Ensino Fundamental. No que diz respeito ao 7º ano, relacionado à operação de potenciação podemos destacar as seguintes capacidades:

- ✓ Efetuar cálculos com números inteiros envolvendo as operações (adição, subtração, multiplicação e potenciação);
- ✓ Resolver problemas com números inteiros envolvendo as operações (adição, subtração multiplicação e potenciação);
- ✓ Identificar padrões numéricos, observando suas regularidades. (PARAÍBA, 2010, p. 144).

Partindo dessas capacidades, nas orientações didáticas para o 7º ano os Referenciais Curriculares destacam como foco principal o trabalho com os números inteiros como uma extensão do conjunto dos números naturais.

2.3 A análise de erros em potenciação

Neste estudo trabalharemos com a análise de erros na operação de potenciação. O conceito de erro de um modo geral em meio a nossa sociedade é a de que o erro é algo inaceitável ou que deve ser evitado por estar relacionado com aspectos negativos (PAIAS, 2009). Tendo como foco o contexto escolar e o processo de ensino aprendizagem essa concepção na maioria das vezes não é diferente.

Para Silva et al. (2015) na educação, o erro cometido pelos alunos é visto como algo ruim e sem tanta importância, porém essa é uma concepção equivocada, pois o erro pode ser visto como um indicador de que o processo de ensino aprendizagem precisa ser revisto ou não está sendo satisfatório. Além disso, o erro pode mostrar que o aluno não apresenta necessariamente dificuldades no conteúdo trabalhado no momento, mas, em outros conteúdos que já foram trabalhados em séries anteriores e que não houve por parte do aluno um entendimento necessário do mesmo. Rodrigues, Vitelli e Vogado (2013, p.6) confirmam os argumentos anteriores ao declararem em seu estudo de análise de erros em questões de potenciação, “um fato interessante é que o conteúdo que aparenta ser maior obstáculo não é sequer a parte de potenciação (nosso objeto de estudo), mas operações com frações, em especial a divisão.”

Essa deficiência acaba por prejudicar o aprendizado de vários conteúdos necessários a serem aprendidos em séries posteriores, visto que o conhecimento matemático é de caráter hierárquico. Desse modo, o aluno com dificuldades em potenciação, cujos fatores sejam ou não deficiência em conteúdos básicos estudados anteriormente terão consequentemente maiores dificuldades ao estudarem assuntos como: radiciação, funções quadráticas, exponenciais, afins, logarítmicas, entre outros.

As dificuldades dos alunos em potenciação podem ser identificadas através dos erros cometidos por eles em questões que envolvam este conteúdo. Em conformidade com Paias (2009) muitas vezes a dificuldade está na própria concepção que o aluno tem sobre potenciação.

Em seu trabalho realizado com alunos do 9º ano do Ensino Fundamental e 1º ano do Ensino Médio de uma escola estadual de São Paulo, Paias (2009) aponta que as principais dificuldades dos alunos estão nos casos de potências envolvendo os números inteiros negativos. De acordo com o seu parecer “O aluno erra, pois não considera a definição e as regras de sinais, poucos se lembram ou afirmam regras que são sistematizadas, criando uma grande confusão em suas justificativas.” (PAIAS, 2009, p. 201).

Conforme Silva et al. (2015, p. 7) “a deficiência da educação matemática em trabalhar os conceitos”, uma vez que “a maioria dos professores chegam nas salas de aula dispostos a trabalhar apenas cálculos, esquecendo de fundamentar o conteúdo exposto” é uma possível explicação para

os erros cometidos em potenciação.

De acordo com Rodrigues, Vitelli e Vogado (2013) que tiveram por base os estudos de Paias (2009) e Feltes (2007) os erros em potenciação podem ser classificados em cinco categorias, cujas estão apresentadas a seguir:

- 1- Erros relacionados à técnica da definição;
- 2- Erros relacionados à técnica da regra de sinais;
- 3- Erros relacionados a convenções matemáticas;
- 4- Erros relacionados à potência com expoentes negativos;
- 5- Erros relacionados às operações fundamentais;

Segundo Cury (2008) a análise de erros, além de ser uma metodologia de pesquisa, é também uma metodologia de ensino, desde que seja empregada em sala de aula, como um instrumento de aprendizagem, levando os alunos a refletir sobre suas respostas por meio de questionamentos a fim de que construam o próprio conhecimento.

Portanto, concordamos com Pinto (2000 apud RODRIGUES; VITELLI; VOGADO, 2013) ao afirmar que [...] o erro, quando submetido à reflexão, poderá desencadear um questionamento de todo o processo de ensino e transforma-se numa estratégia didática inovadora, pela possibilidade que oferece ao professor de ampliar seus saberes e com isso, melhorar seu ensino.

Assim sendo, faz-se necessário que o erro seja trabalhado em uma perspectiva reflexiva, a fim de entender os porquês que estão por trás dele. Ainda que o trabalho com a análise de erros não seja uma tarefa simples e fácil, uma vez que podem surgir de um determinado conteúdo que esteja sendo trabalhado, uma série de erros que demandam um tempo para serem analisados de forma cuidadosa e criteriosa.

3. CONSIDERAÇÕES METODOLÓGICAS

3.1 Tipo de estudo

Quanto aos procedimentos técnicos a pesquisa foi classificada como levantamento de caso, uma vez que, de acordo com Prodanov e Freitas (2013, p. 57-58) “[...] procedemos à solicitação de informações a um grupo significativo de pessoas acerca do problema estudado para, em seguida, mediante análise quantitativa, obtermos as conclusões correspondentes aos dados coletados.”

No que se refere à abordagem foi utilizada a pesquisa qualitativa, pois segundo Prodanov e Freitas (2013, p.70)

Considera que há uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito, isto é, um vínculo indissociável entre o mundo objetivo e a subjetividade do sujeito que não pode ser traduzido em números. A interpretação dos fenômenos e a atribuição de significados são básicas no processo de pesquisa qualitativa. Esta não requer o uso de métodos e técnicas estatísticas. O ambiente natural é a fonte direta para coleta de dados e o pesquisador é o instrumento-chave. Tal pesquisa é descritiva. Os pesquisadores tendem a analisar seus dados indutivamente. O processo e seu significado são os focos principais de abordagem.

Já se tratando dos objetivos foi utilizada a pesquisa descritiva, pois como declara Gil (1991, apud SILVA, 2005, p. 21) “Visa descrever as características de determinada população ou fenômeno [...] Envolve o uso de técnicas padronizadas de coletas de dados: questionário e observação sistemática.” Neste tipo de pesquisa “os fatos são observados, registrados, analisados, classificados e interpretados”, não havendo interferência do pesquisador sobre eles. (PRODANOV; FREITAS, 2013, p. 52).

3.2 População e amostra

A pesquisa foi realizada em uma turma do 7º ano do Ensino Fundamental em uma escola pública da rede estadual do município de Jacaraú – PB, que conta com um total de 40 alunos matriculados, porém, destes, apenas 32 estiveram presentes no dia da aplicação do questionário diagnóstico. A escola que possui um total de 498 alunos matriculados encontra-se inserida no centro da cidade e possui em sua estrutura física sete salas de aula, das quais estão ativas no momento apenas seis, pois uma delas está funcionando como secretaria, sala de professores e direção, em razão de que a sala destinada para estas finalidades se encontra interditada por apresentar problemas em sua estrutura, possui também dois banheiros, uma cantina, uma biblioteca, um depósito de

materiais e uma sala de recursos para alunos especiais (AEE).

3.3 Instrumento e coleta de dados

Para o desenvolvimento desta pesquisa foi realizado inicialmente um estudo mais aprofundado sobre o tema, baseado na leitura e análise de artigos científicos e livro e posteriormente foi elaborado um questionário diagnóstico.

A coleta de dados se deu por meio deste questionário diagnóstico aplicado na turma alvo da pesquisa com o objetivo de conhecer as características dos alunos participantes e analisar os erros na resolução de questões de potenciação. Para a apresentação dos dados por meio de gráficos foi utilizado o programa Excel.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

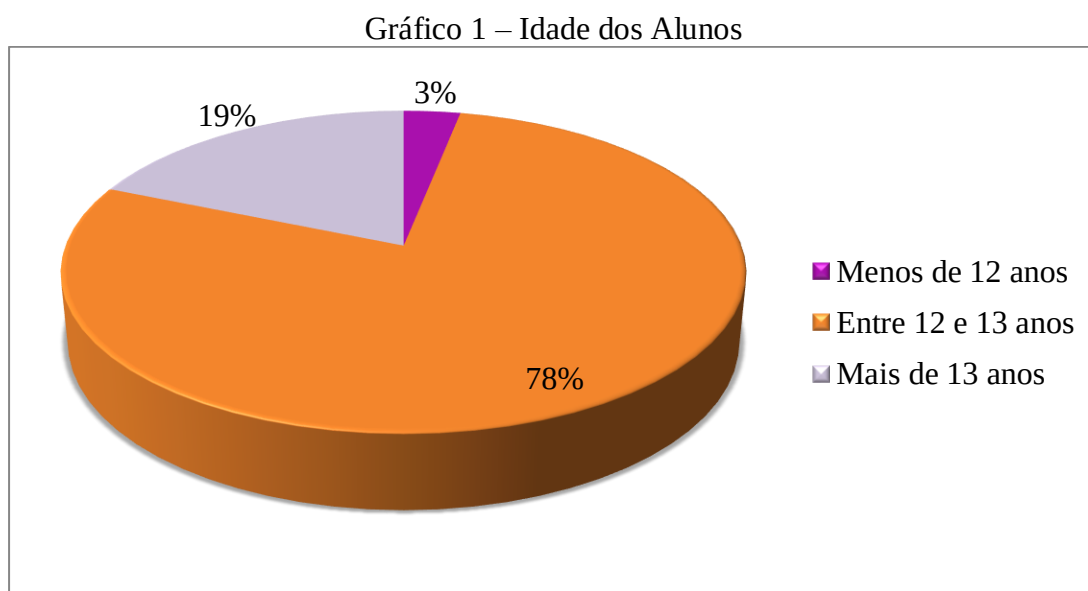
Neste capítulo apresentamos as características dos alunos participantes da pesquisa, os resultados dos dados coletados por meio do questionário diagnóstico e a análise feita a partir da resolução deste questionário pelos alunos do 7º ano.

O questionário diagnóstico aplicado na turma se apresenta dividido em três partes. Inicialmente solicitamos algumas informações a fim de conhecer o perfil dos alunos. Em seguida apresentamos um exercício contendo nove itens que vai do “a” até o “i”, cada um com seu objetivo de análise, e por fim apresentamos um segundo exercício com a finalidade principal de verificar se os alunos representam corretamente a potenciação, identificando a base e o expoente e se conseguem perceber as regularidades.

4.1 Características dos alunos participantes

A pesquisa foi realizada com um total de 32 alunos de uma turma do 7º ano do Ensino Fundamental em uma escola pública do município de Jacaraú – PB. Inicialmente foram feitas algumas perguntas com o objetivo de conhecer as características dos alunos envolvidos.

Com base nos dados colhidos, dos 32 alunos participantes, 59,3% são do sexo feminino e 40,6% são do sexo masculino.



Fonte: Autoria própria, 2019.

Como apresentamos no gráfico 1 acima a maior parte dos alunos (78%) possuem entre 12 a 13 anos de idade.

Ao serem questionados sobre o gosto pela disciplina de Matemática podemos afirmar que 62,5% declararam que sim e 37,5% declaram que não. Podemos perceber ainda que entre os alunos que afirmam gostar de matemática estão presentes todos os 13 alunos do sexo masculino, enquanto que entre as meninas apenas 7 afirmaram gostar desta disciplina. Este dado pode nos levar a compreender o porquê de boa parte dos alunos que fazem o curso de Licenciatura em Matemática são do sexo masculino. Apresentamos a seguir algumas das respostas dadas pelos alunos ao responderem a este questionamento.

Figura 2 – Resposta do aluno A

3- Gosta de matemática?
 () Sim ☒ Não
 Por quê? É chata matemática.

Fonte: Questionário, 2019.

Figura 3 – Resposta do aluno B

3- Gosta de matemática?
 () Sim ☒ Não
 Por quê? muito complicado.

Fonte: Questionário, 2019.

Figura 4 – Resposta do aluno C

3- Gosta de matemática?
 () Sim ☒ Não
 Por quê? porque é difícil

Fonte: Questionário, 2019.

Figura 5 – Resposta do aluno D

3- Gosta de matemática?
☒ Sim () Não
 Por quê? algumas são fácil e outras é difícil

Fonte: Questionário, 2019.

Por meio das respostas apresentadas acima, observamos que a percepção que os alunos têm sobre a Matemática ainda é bastante superficial, a maioria dos alunos ao justificarem o gosto ou não pela Matemática simplesmente resumem como algo “chato”, “difícil”, “fácil”, “complicada”. Notamos também, que na justificativa do aluno D (Figura 5), o aluno relaciona a disciplina de Matemática com os níveis de dificuldade dos itens apresentados no exercício 4 do questionário diagnóstico, uma vez que, na justificativa de cada item ele apenas preenche o espaço destinado para essa finalidade com fácil ou difícil (Figura 6). Neste caso, o aluno vê a Matemática apenas como

uma série de cálculos onde existem os fáceis e os difíceis de acordo com o seu conhecimento.

Figura 6 – Justificativa do aluno D na questão 4

4- Calcule o valor das potências a seguir e justifique as respostas explicando como realizou a operação e o porquê do sinal. (baseado no questionário de Paias, 2009).

Calcular:	Justificativa
a) $4^3 =$ $4 \cdot 4 \cdot 4 = 64$	fácil
b) $(-3)^4 =$ $3 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 3 = 81$	fácil
c) $(-2)^{-3} =$ $2 \cdot 2 \cdot 2 = 8$	difícil
d) $-6^2 =$ $6 \cdot 6 = 36$	difícil
e) $-2^{-4} =$ $4 \cdot 4 = 16$	difícil
f) $7^0 =$ $0 \cdot 7 = 0$	fácil
g) $\left(\frac{9}{5}\right)^2 =$ $\frac{9 \cdot 9 = 81}{5 \cdot 5 = 25}$	fácil

Fonte: Questionário, 2019.

4.2 Apresentação e Análise dos Dados

Apresentamos no Quadro 1 a seguir as porcentagens de erros e acertos, bem como os objetivos de cada item do exercício 4.

Quadro 1 – Porcentagem de erros e acertos e objetivos de cada item da questão 4.

Itens		Objetivos	Acertos	Erros	Não Fez
a)	4^3	Analisar erros em potências de base e expoente naturais	40,6%	53,1%	6,2%
b)	$(-3)^4$	Analisar erros em potência de base inteira negativa com parêntese e expoente natural par	6,2%	75%	18,7%

c)	$(-2)^{-3}$	Analisar erros em potência de base inteira negativa com parêntese e expoente inteiro negativo	0%	75%	25%
d)	-6^2	Analisar erros em potência de base inteira e negativa sem parêntese e expoente natural	3,1%	84,3%	12,5%
e)	-2^{-4}	Analisar erros em potência de base e expoente inteiros e negativos sem parêntese na base	0%	71,8%	28,1%
f)	7^0	Analisar erros em potência de expoente nulo	9,3%	81,2%	9,3%
g)	$\left(\frac{9}{5}\right)^2$	Analisar erros em potência de base fracionária positiva e expoente natural	18,7%	46,8%	34,3%
h)	$\left(\frac{2}{3}\right)^{-3}$	Analisar erros em potência de base fracionária positiva e expoente inteiro negativo	0%	62,5%	37,5%
i)	$\left(-\frac{5}{4}\right)^{-2}$	Analisar erros em potência de base fracionária negativa e expoente negativo	0%	59,3%	40,6%

Fonte: Adaptado de Rodrigues, Vitelli, Vogado (2013).

Com base na análise do quadro 1 apresentado acima, podemos identificar que o maior número de erros ocorreram nos itens “c”, “d”, e “e”. Identificamos também que a maior dificuldade dos alunos está nos itens h, e i, já que estes apresentam o maior número de alunos que não o fizeram e um número considerável de erros e 0% de acertos.

Classificaremos alguns dos erros apresentados neste questionário diagnóstico de acordo com a classificação feita por Rodrigues, Vitelli e Vogado (2013) baseados nos estudos de Paias (2009) e Feltes (2007), já apresentados no referencial teórico deste trabalho, como também apoiados nos objetivos a serem analisados (Quadro 1).

No primeiro item a ser analisado temos a potência 4^3 , cujo objetivo é analisar erros em potência de base natural e expoente natural.

Figura 7 – Resolução do aluno E no item a

a) $4^3 =$ $\frac{4}{x 3} = 12$

Fonte: Questionário, 2019.

O aluno não justificou a sua resolução, porém percebemos que ele realizou a multiplicação entre a base e o expoente, obtendo como resultado 12. Um erro bastante comum e já esperado neste questionário. Este erro pode ser classificado como “Erro relacionado à técnica da definição”.

Figura 8 – Resolução do aluno F no item a

Calcular:	Justificativa
a) $4^3 = 4 + 4 + 4 = 12$	eu realizei usando regra.

Fonte: Questionário, 2019.

O aluno F (Figura 8) justifica a sua resolução afirmando ter usado a operação de multiplicação, mas observamos que ao realizar o cálculo da potência ele fez uso do sinal da adição também obtendo 12 como resultado. Neste caso, compreendemos que o aluno ao afirmar ter usado multiplicação se refere a esta operação entre a base e o expoente, e a partir disso ele escreve esta multiplicação como uma adição de parcelas iguais. Novamente temos o erro do tipo “Erro relacionado à técnica da definição”.

No item (b) cujo objetivo é analisar erros em potência de base inteira negativa com parênteses e expoente natural par, selecionamos as resoluções feitas pelos alunos G (Figura 9) e H (Figura 10).

Figura 9 – Resolução do aluno G no item b

b) $(-3)^4 = (-12)$	por que (-3) multiplicar 4 de (-12)
---------------------	--

Fonte: Questionário, 2019.

O aluno G também resolve a potência realizando a multiplicação entre base e expoente, deixando claro o que foi feito na sua justificativa. Deste modo, temos mais uma vez “Erro relacionado à técnica da definição”. Entretanto, podemos avaliar que o aluno tem conhecimento da regra de sinais na multiplicação de números inteiros ao realizar a multiplicação $(-3).4=12$.

Figura 10 – Resolução do aluno H no item b

b) $(-3)^4 = 12$	acho que vai dar esse resultado pq a conta anterior é igual
------------------	---

Fonte: Questionário, 2019.

Novamente observamos uma resolução onde o aluno realiza a multiplicação entre a base e o expoente e, além disso, apresenta em sua justificativa que considera iguais as potências 4^3 do item (a) e $(-3)^4$ do item (b), justificando ser este o motivo de obter para elas o mesmo resultado. Neste caso, percebemos que o aluno enxerga a operação de potenciação simplesmente como uma multiplicação onde a ordem dos elementos neste contexto (base e expoente) não irá alterar o resultado. Temos assim “Erros relacionados à técnica da definição” como também “Erros relacionados à técnica da regra de sinais”, dado que ao considerar a potência $(-3)^4$ como uma multiplicação entre base e expoente o resultado deveria ser negativo.

Figura 11 – Resolução do aluno I no item c

c) $(-2)^{-3} = -2 \cdot -2 \cdot -2 = -8$	deu esse resultado porque coloquei o tanto de número que tinha em cima do 2
--	---

Fonte: Questionário, 2019.

Podemos observar que o aluno I (Figura 11) diferente dos dois alunos apresentados anteriormente mostra ter conhecimento da definição de potência ao realizar a multiplicação entre a base, porém realizou o cálculo da potência de forma errada, pois se trata de potência com expoente negativo onde seria necessário realizar o inverso da base para chegar ao resultado correto. Classificamos assim esse erro na categoria “Erros relacionados à potência com expoentes negativos”.

Figura 12 – Resolução do aluno I no item d

d) $-6^2 = -6 \cdot -6 = +36$	O resultado é negativo porque eu multipliquei, e negativo com negativo é positivo
-------------------------------	---

Fonte: Questionário, 2019.

No item (d) buscamos analisar erros em potência de base inteira e negativa sem parêntese e expoente natural. Selecionamos novamente a resolução feita pelo aluno I (Figura 12) e classificamos o erro cometido como “Erro relacionado à técnica da regra de sinais”. O aluno tem

conhecimento da definição de potência (multiplicações sucessivas) como já mostrado no item anterior (Figura 11), porém não deveria considerar o sinal negativo, dado que ele não está entre parênteses. Vale ressaltar que entre os 28 alunos que resolveram esta alternativa apenas um conseguiu resolver corretamente.

Figura 13 – Resolução do aluno J no item e

$\text{e) } -2^{-4} = -2 - 2 - 2 - 2 = -8$	somei 2 + 4 vezes que deu -8.
--	-------------------------------

Fonte: Questionário, 2019.

O item (e) tem por objetivo analisar erro em potência de base e expoente inteiros e negativos sem parêntese na base. Na resolução feita pelo aluno J (Figura 13) podemos observar “Erros relacionado à técnica da definição” uma vez que o aluno efetua o cálculo utilizado a soma, como também “Erros relacionados à potência com expoentes negativos” dado que o aluno não inverteu a base nem o sinal do expoente e ainda “Erros relacionados à técnica da regra de sinais”, pois o aluno considerou o sinal negativo na base mesmo ele não estando entre parênteses.

Figura 14 – Resolução do aluno K no item e

$\text{e) } -2^{-4} =$	$-2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 = 16$
------------------------	-----------------------------------

Fonte: Questionário, 2019.

A partir da análise feita nesta resolução podemos concluir que a aluna K (Figura 14) tem conhecimento da definição de potência, porém apresenta “Erros relacionados à potência com expoentes negativos” em razão de não ter feito o inverso da base e do sinal do expoente e “Erros relacionados à técnica da regra de sinais” ao considerar o sinal negativo na base não estando entre parênteses como também foi feito pelo aluno anterior.

Seguindo para o item (f) cujo objetivo é analisar erros em potência de expoente nulo, selecionamos as resoluções feitas pelos alunos L (Figura 15) e M (Figura 16).

Figura 15 – Resolução do aluno L no item f

$\text{f) } 7^0 = 7 \cdot 0 = 0$	
----------------------------------	--

Fonte: Questionário, 2019.

O erro cometido pelo aluno L (Figura 15) pode ser classificado de acordo com duas categorias. A primeira delas diz respeito a “Erros relacionados à técnica da definição”, ou seja, o aluno não tem o conhecimento claro da definição de potência e em decorrência disso multiplica a base pelo expoente. A segunda categoria em que se encaixa este erro trata de “Erros relacionados a convenções matemáticas”, que são uma espécie de regras particulares da Matemática ou como declara Paias (2009, p. 42), na Matemática convenções são “regras pré-estabelecidas e que o aluno precisa aceitar como algo imposto ou sem explicação e normas que ele deve acatar”, ou ainda de acordo com Serra (2000 apud PAIAS, 2009, p. 42) “O termo convenção matemática é utilizado para especificar acordos que se apresentam necessários para dar coerência a uma teoria matemática e às suas respectivas representações simbólicas e algorítmicas.” Nesta situação temos que, todo número, exceto o zero, elevado ao expoente zero é igual a 1.

Figura 16 – Resolução do aluno M no item f

f) $7^0 = 0$	Por que qualquer número elevado a 0 é 0.
--------------	---

Fonte: Questionário, 2019.

O aluno M (Figura 16), por sua vez, também apresenta “Erros relacionados a convenções matemáticas”, o aluno aparentemente tem conhecimento da convenção (regra especial), porém utiliza de forma errada afirmando que “qualquer número elevado à zero é zero”. Sendo que para a convenção ser verdadeira a base elevada ao expoente zero deve ser diferente de zero e o resultado obtido será um.

Figura 17 – Resolução do aluno N no item g

g) $\left(\frac{9}{5}\right)^2 =$ $\frac{9}{5} \cdot \frac{9}{5} = 45$	
---	--

Fonte: Questionário, 2019.

O aluno N (Figura 17) apesar de escrever a base na forma de multiplicação sucessiva apresenta erro que pode ser classificado como “Erros relacionados às operações fundamentais”, pois realiza o produto entre as frações de forma “cruzada” multiplicando o numerador com o denominador e obtendo como resultado um número inteiro. Este erro também pode ter acontecido mediante a confusão de conteúdo por parte do aluno.

Figura 18 – Resolução do aluno O no item g

g) $\left(\frac{9}{5}\right)^2 = 4+4 = 8$	cont de mais
---	--------------

Fonte: Questionário, 2019.

O aluno O (Figura 18) não deixa claro em sua justificativa nem em seu cálculo como chegou à soma “4+4”, no entanto acreditamos que o aluno possa ter efetuado a diferença entre o numerador e o denominador da fração, obtendo 4 como uma nova base e tendo a base 4 elevada ao quadrado realizou a soma ao invés do produto chegando assim à sua resolução presente na (Figura 18) e obtendo o 8 como resultado final. Podemos então classificar o erro cometido pelo aluno na categoria “Erros relacionados à técnica da definição”.

Figura 19 – Resolução do aluno P no item g

g) $\left(\frac{9}{5}\right)^2 = \frac{18}{10}$	$\frac{9+9}{5+5} = \frac{18}{10}$
---	-----------------------------------

Fonte: Questionário, 2019.

O aluno P (Figura 19) repetiu a base duas vezes como deveria, entretanto efetuou a operação de adição entre os numeradores e denominadores ao invés da multiplicação, cometendo desta forma os erros que se encaixam nas categorias de “Erros relacionados à técnica da definição” e “Erros relacionados às operações fundamentais”.

Figura 20 – Resolução do aluno Q no item h

h) $\left(\frac{2}{3}\right)^{-3} = \frac{2}{3} \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{2}{3} = \frac{8}{27}$	multipliquei as frações pelo tanto de número
---	---

Fonte: Questionário, 2019.

O aluno Q usa a definição de potência, o que podemos ver através da multiplicação sucessiva da base, no entanto o item (h) apresenta expoente negativo o que seria necessário nesse caso inverter a base e o sinal do expoente para então realizar o cálculo, o que não foi feito pelo aluno cometendo desta forma o erro classificado como “Erros relacionados à potência com expoentes negativos”.

Figura 21 – Resolução do aluno R no item h

h) $\left(\frac{2}{3}\right)^{-3} = \frac{6}{9}$	$\frac{2}{3} \frac{2}{3} \frac{2}{3} = \frac{6}{9}$
--	---

Fonte: Questionário, 2019.

O aluno R (Figura 21) comete erros semelhantes ao do aluno P (Figura 19), uma vez que repete a base como manda a definição, porém efetua a adição entre os elementos das frações ao invés da multiplicação, o que classificamos como “Erros relacionados à técnica da definição” e “Erros relacionados às operações fundamentais”. E também apresenta “Erros relacionados à potência com expoentes negativos” ao não realizar a inversão da base e do sinal do expoente.

O objetivo deste último item do exercício 4 é analisar erros em potência de base fracionária negativa e expoente negativo. Para tanto selecionamos a resolução feita pelo aluno S (Figura 22) apresentada a seguir.

Figura 22 – Resolução do aluno S no item i

i) $\left(-\frac{5}{4}\right)^{-2} = +\frac{70}{8}$	$-\frac{5}{4} - \frac{5}{4} = +\frac{70}{8}$
---	--

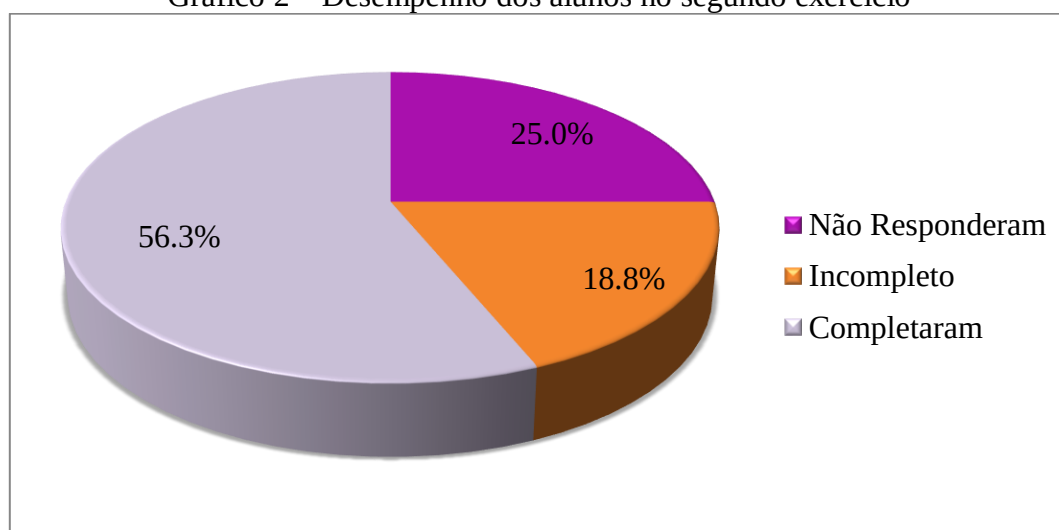
Fonte: Questionário, 2019.

O aluno S (Figura 22) comete em sua resolução “Erros relacionados à técnica da definição”, dado que não foi realizado a multiplicação entre as bases, assim como “Erros relacionados às operações fundamentais”, visto que efetuou a soma entre os denominadores iguais. Observamos também “Erros relacionados à potência com expoentes negativos”, pois o aluno deveria ter feito a inversão da base e do sinal do expoente. E ainda “Erros relacionados à técnica da regra de sinais”, visto que na soma entre números de sinais iguais deve-se conservar o sinal.

Trataremos agora da análise do segundo exercício presente no questionário diagnóstico como questão 5. Nele, dados expoente e base respectivamente buscamos analisar se os alunos conseguem identificar o papel da base e do expoente representando corretamente, realizar o cálculo da potência e observar as regularidades.

Apresentamos no gráfico 2 a seguir o desempenho dos alunos neste segundo exercício. Nós nos limitaremos a apresentar apenas a porcentagem de alunos que não fizeram, deixaram incompleto ou completaram este exercício sem apresentarmos a quantidade de erros e acertos, uma vez que nenhum aluno conseguiu respondê-lo corretamente.

Gráfico 2 – Desempenho dos alunos no segundo exercício



Fonte: Autoria própria, 2019.

Como podemos observar no gráfico 2 acima, 56,3% dos alunos completaram o segundo exercício, o que corresponde a 18 dos 32 alunos envolvidos.

Já no quadro 2 abaixo apontamos as respostas apresentadas pelos alunos que completaram o este exercício mesmo que de forma incorreta.

Quadro 2 – Respostas apresentadas no segundo exercício.

Tipos de respostas	Quantidade de respostas
Respostas sem nexo	7
Representação correta e cálculo incorreto	2
Representação incorreta e cálculo incorreto	9

Fonte: Autoria própria, 2019.

A partir de então, realizaremos a nossa análise baseada nos questionários que mostraram algum sentido nas respostas deste exercício. Para tanto selecionamos inicialmente as resoluções feitas pelos alunos T (Figura 23) e U (Figura 24) que foram os únicos a representarem corretamente a potência apesar de cometerem erros nos cálculos.

Figura 23 – Resolução do aluno T no segundo exercício

- 5- Dado expoente e base preencha o quadro abaixo com a representação e o cálculo da potência. (baseado no questionário de Paias, 2009).

EXPOENTE	BASE	REPRESENTAÇÃO	POTÊNCIA
4	4	4^4	256
3	4	4^3	64
2	4	4^2	8
1	4	4^1	4
0	4	4^0	0
-1	4	4^{-1}	3
-2	4	4^{-2}	6
-3	4	4^{-3}	67
-4	4	4^{-4}	252

Fonte: Questionário, 2019.

Como podemos verificar na Figura 23, o aluno T preencheu o espaço destinado para a representação de forma correta, identificando a base e o expoente e apresentou o resultado correto para as potências 4^4 , 4^3 e 4^1 , no entanto cometeu erros para as demais potências que incluem expoentes negativos, positivo e nulo. O erro identificado na potência 4^2 pode ser resultado da falta de atenção do aluno, uma vez que ele efetuou a multiplicação corretamente nas três situações apresentadas anteriormente, já nesta aparentemente realizou a multiplicação entre base e expoente. No que se refere às potências de expoente negativo o aluno não realizou o inverso da base nem do sinal do expoente.

Figura 24 – Resolução do aluno U no segundo exercício

- 5- Dado expoente e base preencha o quadro abaixo com a representação e o cálculo da potência. (baseado no questionário de Paias, 2009).

EXPOENTE	BASE	REPRESENTAÇÃO	POTÊNCIA
4	4	4^4	16
3	4	4^3	-12
2	4	4^2	-8
1	4	4^1	4
0	4	4^0	0
-1	4	4^{-1}	3
-2	4	4^{-2}	2
-3	4	4^{-3}	-1
-4	4	4^{-4}	0

Fonte: Questionário, 2019.

O aluno U (Figura 24) preencheu corretamente a representação como já mencionado, porém o resultado indicado no cálculo mostra que foi feita a multiplicação entre a base e o expoente em todas as potências de expoente positivo. Na potência de expoente nulo o mesmo não tem

conhecimento da convenção atribuindo zero ao resultado. Já nas potências de expoente negativo ele efetuou a diferença entre a base e o expoente, fugindo totalmente da definição.

Entre os alunos que representaram e calcularam incorretamente as potências selecionamos as resoluções feitas pelos respectivos alunos: aluno V (Figura 25), aluno W (Figura 26) e aluno X (Figura 27). É importante ressaltar que ao representarem a potência de forma incorreta consequentemente o cálculo estará incorreto. Desse modo, apenas para que pudéssemos analisar a resolução dos alunos quanto ao cálculo da potência consideramos a representação feita por eles como correta.

Figura 25 – Resolução do aluno V no segundo exercício

- 5- Dado expoente e base preencha o quadro abaixo com a representação e o cálculo da potência. (baseado no questionário de Paias, 2009).

EXPOENTE	BASE	REPRESENTAÇÃO	POTÊNCIA
4	4	4^4	$4.4.4.4 = 20$
3	4	3^4	$3.3.3.3 = 12$
2	4	2^4	$2.2.2.2 = 8$
1	4	1^4	$1.1.1.1 = 4$
0	4	0^4	$0^4 = 1$
-1	4	-1^4	$-1-1-1-1 = -4$
-2	4	-2^4	$-2.2.2.2 = -8$
-3	4	-3^4	$-3.3.3.3 = -12$
-4	4	-4^4	$-4.4.4.4 = -16$

Fonte: Questionário, 2019.

Através da análise desta resolução feita pelo aluno V (Figura 25) podemos constatar que o aluno trocou os papéis entre a base e o expoente, e ainda que a representação estivesse correta, mesmo tendo escrito o cálculo em forma de multiplicações sucessivas no fim o aluno realizou a soma entre as bases.

Figura 26 – Resolução do aluno W no segundo exercício

- 5- Dado expoente e base preencha o quadro abaixo com a representação e o cálculo da potência. (baseado no questionário de Paias, 2009).

EXPOENTE	BASE	REPRESENTAÇÃO	POTÊNCIA
4	4	4^4	$4.4.4.4 = 52$
3	4	3^4	$3.3.3 = 36$
2	4	2^4	$2.2.2.2 = 16$
1	4	1^4	$1.1.1.1 = 7$
0	4	0^4	4
-1	4	-1^4	$1.1.1.1 = 7$
-2	4	-2^4	$2.2.2.2 = 16$
-3	4	-3^4	$3.3.3.3 = 45$
-4	4	-4^4	$4.4.4.4 = 52$

Fonte: Questionário, 2019.

O aluno W (Figura 26) cometeu o mesmo erro do aluno anterior quanto à representação. Com relação ao cálculo das potências considerando que estivessem corretas as representações, o aluno realiza as multiplicações sucessivas de acordo com a definição, entretanto apresenta erros nos resultados encontrados o que pode estar relacionado as dificuldades nas operações fundamentais e ainda na regra de sinais, em razão de que nesse caso o sinal negativo deveria estar presente no resultado final das potências, uma vez que a base não estaria entre parênteses.

Figura 27 – Resolução do aluno X no segundo exercício

5- Dado expoente e base preencha o quadro abaixo com a representação e o cálculo da potência. (baseado no questionário de Paias, 2009).

EXPOENTE	BASE	REPRESENTAÇÃO	POTÊNCIA
4	4	4^{-4}	0
3	4	3^4	7
2	4	2^4	6
1	4	2^4	5
0	4	0^4	4
-1	4	-1^4	3
-2	4	-2^4	2
-3	4	-3^4	3
-4	4	-4^4	0

Fonte: Questionário, 2019.

Neste último caso além de representar incorretamente as potências trocando a base e o expoente como feito pelos alunos V (Figura 25) e W (Figura 26), o aluno X (Figura 27) realiza a soma entre os elementos (base e expoente) positivos e a diferença entre os elementos (base e expoente) cuja base ou o expoente é negativo.

Os dados apontados nos resultados mostram uma grande quantidade de erros cometidos pelos alunos principalmente com relação à definição como também a respeito das potências com números inteiros negativos.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa buscou identificar as dificuldades dos alunos do 7º ano do Ensino Fundamental com relação ao conteúdo de potenciação a partir da análise de erros na resolução de questões. Assim, com o intuito de atender ao objetivo proposto por esta pesquisa, foi aplicado um questionário diagnóstico em uma turma de uma escola pública da rede estadual de ensino, localizada no município de Jacaraú – PB. Ao final da pesquisa, constatou-se que o objetivo geral foi atingido, pois efetivamente o trabalho conseguiu confirmar que os alunos apresentam muitas dificuldades cometendo vários tipos de erros.

O primeiro objetivo específico foi realizar uma pesquisa bibliográfica sobre os tipos de erros relacionados à potenciação, onde podemos encontrar uma série de classificações referentes aos diferentes tipos de erros relacionados ao conteúdo. O segundo objetivo específico foi justamente classificar os erros cometidos pelos alunos nas questões de potenciação, o que foi possível através das resoluções feitas por eles no questionário diagnóstico aplicado na turma. Já o nosso terceiro objetivo foi identificar as possíveis causas destes erros, o que foi feito a partir da análise das resoluções dos alunos como também por meio das contribuições de outros autores sobre o assunto tratado.

Ao final da pesquisa, constatou-se que o objetivo geral foi atingido, pois efetivamente o trabalho conseguiu confirmar que os alunos apresentam muitas dificuldades cometendo vários tipos de erros. Verificou-se também que o erro muitas das vezes ocorre devido o mau entendimento da própria definição de potenciação. E também das dificuldades dos alunos em lidar com os números negativos, visto que, o maior número de erros apresentados na análise das questões está nas potências que envolvem números negativos seja na base e/ou no expoente.

Desse modo, destacamos a importância de se trabalhar com a análise de erros do aluno como metodologia de ensino, pois por meio dela o professor pode tomar ciência das dificuldades dos alunos e dessa forma pensar e planejar estratégias que venham a ajudá-los a suprirem ou amenizarem suas dificuldades. Diante disso sugerimos aos professores trabalharem diante do possível essa metodologia em suas avaliações.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC):** educação é a base. Brasília: MEC, 2018.

_____. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Matemática.** (3º e 4º ciclos do ensino fundamental). Brasília: MEC, 1998.

CURY, Helena Noronha. **Análise de erros:** o que podemos aprender com as respostas dos alunos. Belo Horizonte/MG: Autêntica, 2008.

MENEZES, Alice Valéria Dias. **A contribuição dos jogos para a aprendizagem da potenciação e radiciação no 9º ano:** uma proposta de ensino. 2014. 141f. Dissertação (Mestrado em Matemática) – Universidade Federal do Vale do São Francisco, Programa Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional – PROFMAT, Campus Juazeiro – BA, 2014. Disponível em: <<http://www.univasf.edu.br/~tcc/000005/0000059b.pdf>>. Acesso em: 27 de jun. 2019.

OLIVEIRA, Hélia; PONTE, João Pedro da. Marcos históricos no desenvolvimento do conceito de potência. **Educação & Matemática**, v. 52, p. 29-34, 1999. Disponível em: <[http://www.educ.fc.ul.pt/docentes/jponte/docs-pt/99-Oliveira-Ponte\(Educ&Mat-potencias\).doc](http://www.educ.fc.ul.pt/docentes/jponte/docs-pt/99-Oliveira-Ponte(Educ&Mat-potencias).doc)>. Acesso em: 30 de jun. 2019.

PAIAS, Ana Maria. **Diagnóstico dos erros sobre a Operação Potenciação aplicado a alunos dos Ensinos Fundamental e Médio.** 219f. Dissertação (Mestrado em Educação: Ensino Superior), Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo. PUC/SP, 2009.

PARAIBA, Governo do Estado da. Secretaria de Educação e Cultura. Gerência Executiva de Educação Infantil e Ensino Fundamental. **Referenciais Curriculares do Ensino Fundamental: Matemática, Ciências da Natureza e Diversidade Sociocultural.** João Pessoa: SEC/Gafset, 2010.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar. **Metodologia do trabalho científico [recurso eletrônico]:** métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

RICHARTZ, Marize. **Potenciação:** um estudo didático. 2005. 91f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Matemática) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis – SC, 2005.

RODRIGUES, Gabriela Coelho; VITELLI, Isis Candeira; VOGADO, Gilberto Emanuel Reis. Análise de erros em questões de potenciação. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 11, 2013, Curitiba. **Anais...** Curitiba: SBEM, 2013.

SILVA, Edna Lúcia da; MENEZES, Eстера Muszkat. A pesquisa e suas classificações. In: _____. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação.** 4. ed. Florianópolis: UFSC, 2005.

SILVA, Giselly de Oliveira. et al. Análise de erros de questões de potenciação no ensino fundamental. In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO A DOCÊNCIA DA UEPB, 5, 2015, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: UEPB, 2015.

APÊNDICE

APÊNDICE – Questionário Diagnóstico



Universidade Federal da Paraíba
Centro de Ciências Aplicadas e Educação
Departamento de Ciências Exatas
Curso de Licenciatura em Matemática

Pesquisador: Zildikelly Alves da Silva

Orientadora: Prof.^a Ma. Agnes Liliane Lima Soares de Santana

QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO

Prezado aluno (a),

Este questionário faz parte de um trabalho de conclusão de curso cujo objetivo é analisar o seu conhecimento, como também possíveis dificuldades a respeito do conteúdo de potenciação. Desde já agradecemos a sua colaboração.

1- Qual a sua idade? _____

2- Qual o seu sexo?
☐ Feminino ☐ Masculino

3- Gosta de matemática?
☐ Sim ☐ Não
 Por quê? _____

4- Calcule o valor das potências a seguir e justifique as respostas explicando como realizou a operação e o porquê do sinal. (baseado no questionário de Paias, 2009).

Calcular:	Justificativa
a) $4^3 =$	
b) $(-3)^4 =$	
c) $(-2)^{-3} =$	

d) $-6^2 =$	
e) $-2^{-4} =$	
f) $7^0 =$	
g) $\left(\frac{9}{5}\right)^2 =$	
h) $\left(\frac{2}{3}\right)^{-3} =$	
i) $\left(-\frac{5}{4}\right)^{-2} =$	

- 5- Dado expoente e base preencha o quadro abaixo com a representação e o cálculo da potência. (baseado no questionário de Paias, 2009).

EXPOENTE	BASE	REPRESENTAÇÃO	POTÊNCIA
4	4		
3	4		
2	4		
1	4		
0	4		
-1	4		
-2	4		
-3	4		
-4	4		