

## ANÁLISE DE ERROS EM QUESTÕES DE POTENCIAÇÃO

*Gabriela Coelho Rodrigues*  
Universidade do estado do Pará - UEPA  
[aleirbagrodrigues@gmail.com](mailto:aleirbagrodrigues@gmail.com)

*Isis Candeira Vitelli*  
Universidade do estado do Pará - UEPA  
[isisvitelli2@gmail.com](mailto:isisvitelli2@gmail.com)

*Gilberto Emanuel Reis Vogado*  
Universidade do estado do Pará - UEPA  
[gvogado@globo.com](mailto:gvogado@globo.com)

### Resumo

Este trabalho apresenta os resultados de um estudo realizado com 30 alunos de 6ª série/7º ano de uma escola pública da periferia de Belém – PA, cujo objetivo era investigar os erros por eles cometidos na resolução de questões de potenciação. Utilizamos como instrumento de pesquisa um questionário e um teste com 10 questões de potências. Observamos que os alunos apresentam dificuldades e, conseqüentemente, erros não apenas conceituais, mas em propriedades de potenciação e em operacionalizações com números inteiros e fracionários.

**Palavras-chave:** Educação matemática; avaliação da aprendizagem; análise de erros; potenciação.

### 1. Introdução

Nos dias atuais não se pode falar em processo de ensino e aprendizagem sem falar em avaliação da aprendizagem, uma vez que a avaliação é parte importante desse processo, pois de que forma poderíamos perceber se a aprendizagem se efetivou? Segundo Hoffmann (2007) a ação avaliativa, não está ao final do processo, mas deve se fazer presente durante toda ação do aluno ao realizar uma tarefa para adquirir um novo saber.

Ao se falar em avaliação da aprendizagem, não se pode esquecer também o caráter classificatório que esta possui dentro das escolas, na qual o que importa é uma “nota” que tem a função de classificar os alunos em “bons” e “maus”. Neste tipo de avaliação, o foco está nos acertos e o erro é considerado algo ruim e que deve ser evitado. Para Pinto (2000) numa avaliação seletiva, o erro tem um papel limitado pelos resultados, entretanto, em uma avaliação formativa o erro ocupa um papel relevante na aprendizagem, pois passa a ser um indicador (para o professor) de como o aluno está aprendendo. Dessa forma, concordamos

com Pinto (ibid.) para a qual, o erro, quando submetido a reflexão, poderá desencadear um questionamento de todo o processo de ensino e transformar-se numa estratégia didática inovadora, pela possibilidade que oferece ao professor de ampliar seus saberes e com isso, melhorar seu ensino.

Partindo dessa perspectiva é que nos propomos, neste artigo, a investigar os erros de potenciação de uma turma do 7º ano de uma escola pública de Belém do Pará. Buscamos apoio nos estudos de Feltes (2007) e Paias (2009) que apontam algumas dificuldades e erros dos alunos em potenciação.

## **2. Alguns estudos sobre Potenciação**

Apresentaremos um “recorte” de alguns estudos sobre potenciação, para conhecermos os erros e dificuldades dos alunos no que tange este conteúdo.

O estudo de Paias (2009) foi realizado com 30 alunos da 8ª série do ensino fundamental e 30 alunos do 1º ano do ensino médio de uma escola estadual de São Paulo, os quais possuíam de cinco a seis aulas de matemática semanais com 50 minutos de duração cada, aplicando-se um teste diagnóstico de nove questões com expoentes negativos, fracionários, expoente zero e um cujo objetivo geral era “observar se o aluno consegue resolver as tarefas T relacionadas à operação potenciação, considerando: a definição, as propriedades, representações e convenções deste objeto matemático” (PAIAS, 2009, p.101).

Os erros observados por Paias (ibid) foram divididos nas seguintes categorias:

- Erros relacionados à técnica da definição;
- Erros relacionados à técnica da regra de sinais;
- Erros relacionados a convenções matemáticas;
- Erros relacionados a expoentes negativos;
- Erros relacionados a propriedades de potenciação;
- Erros relacionados a bases fracionárias;
- Erros relacionados à operação multiplicação.

Segundo Paias (idem), o resultado da análise das respostas dos alunos indicou que grande parte dos mesmos não domina a concepção de potenciação, entendendo-a simplesmente como produto, julgando como mais relevantes os casos de potências que envolvem elementos negativos, observando também que muitos confundem a base com o expoente e verificando o zero como causa de grande número dos erros.

Concordamos com Paias (2011) quando afirma que detectar e interpretar o erro são tarefas árduas, porém é a oportunidade do professor de mostrar seu interesse pela aprendizagem do aluno, pois a seu ver o erro faz parte do processo ensino-aprendizagem e pode ser trabalhado de maneira construtiva para o conhecimento, conforme afirma Cury (apud FELTES, 2007, p.13):

[...] um levantamento detalhado dos erros cometidos em provas e trabalhos realizados em disciplinas matemáticas, bem como uma tentativa de compreensão das causas, pode auxiliar a diminuir o alto nível de evasão e repetência em disciplinas consideradas críticas nos primeiros semestres de cursos universitários.

Outro estudo revisado foi o de Feltes (2007) cuja pesquisa foi realizada com alunos de 7ª e 8ª séries do ensino fundamental e turmas de 1º ano do ensino médio de duas escolas, uma pública e outra privada localizadas na região norte de Porto Alegre – RS, a partir de testes com questões de potenciação, radiciação e função exponencial, cujos objetivos eram analisar erros dentro dos conteúdos mencionados. Para nossos estudos, consideraremos apenas a parte referente às análises de potenciação, cujos erros foram separados dentro de 16 categorias, porém para esta pesquisa, onde pretendemos estudar os erros que relacionam apenas uma base a um expoente, tomamos como ponto de investigação as seguintes classificações:

- Operações erradas sobre as potências;
- Confusão com a própria definição de potenciação;
- Erros em operações com conjuntos numéricos;
- Erros nas propriedades dos conjuntos numéricos;
- Desconsideração do expoente ou o não entendimento do expoente negativo;
- Tendências a resolver operações na ordem em que aparecem os números envolvidos, independente das regras;
- Dificuldades com potenciações de frações;
- Erros relacionados com o expoente das potências;
- Dificuldade da escrita em linguagem matemática;
- “Não-resultado”, que indica não uma resposta errada, mas que o aluno não sabe finalizar o exercício.

Feltes (ibid) ressalta que, apesar de seu objetivo ter sido alcançado, na maioria dos casos estes relacionavam-se não ao conteúdo em questão, mas com dificuldades matemáticas de assuntos já trabalhados, cujos problemas não haviam sido superados, relativos principalmente às quatro operações.

Na revisão dos estudos correlatos observamos alguns pontos comuns em relação aos erros em potenciação, tais quais: erros relacionados à definição, em propriedades e em operações com números inteiros e fracionários e erros em propriedades consideradas pelas autoras como “convenções matemáticas” (potências de expoente 1 ou 0).

Há também o estudo de Damazio e Amorim (2004), que discorre a respeito do sistema conceitual de potenciação e sua abordagem dentro da Educação Matemática, abordando as metodologias de ensino e sua evolução ao longo dos anos e o quanto estas mudanças têm afetado o aprendizado, facilitando-o ou não, gerando ou amenizando obstáculos e erros que se refletem, no entanto, não apenas neste conteúdo específico, tornando-se barreiras ao estudar assuntos posteriores como radiciação, equações polinomiais, funções, logaritmos, e tantos outros, uma vez que o conhecimento matemático é contínuo. Com base em erros apontados nos estudos acima citados, criamos algumas categorias de análise que nos ajudarão nas análises das questões de potenciação.

### **3. Metodologia da Pesquisa**

Esta é uma pesquisa diagnóstica do tipo qualitativa na qual buscamos descrever os resultados obtidos com base na aplicação de um teste diagnóstico. Para Rudio (2007) o objetivo da pesquisa descritiva é “descobrir e observar fenômenos, tentando descrever, classificar e interpretá-los sem interferir nos fatos observados”. Sendo assim, ele coloca a pesquisa diagnóstica como sendo parte da pesquisa descritiva.

Utilizamos como instrumento de pesquisa um questionário para conhecermos melhor os alunos que participaram da coleta de dados e um teste contendo 10 questões de potenciação. Estes instrumentos foram aplicados a 30 alunos de uma turma de 7º ano (6ª série) do Ensino Fundamental de uma escola da rede pública de Belém do Pará.

Esta pesquisa foi realizada com um total de 30 alunos, sendo a maioria (53%) do sexo feminino, cujas idades variavam de 11 a 14 anos. Dentre eles, 59% dos alunos afirmaram possuir um pouco de dificuldade em matemática, e 27% gostam pelo menos um pouco da disciplina. De todos os alunos, 90% da turma afirmou já ter estudado o conteúdo.

### **4. Análise dos dados**

Apresentamos no Quadro 1 um comparativo entre as porcentagens de acertos e erros de cada questão bem como os objetivos de cada uma.

**Quadro 1 – Quadro comparativo do desempenho dos alunos nas questões.**

Questão		Objetivo	%		
			Acertos	Erros	Não Fez
01	$3^3$	Analisar erros em potências de base e expoente naturais	83	17	00
02	$4^{-2}$	Analisar erros em potências de base natural e expoente inteiro negativo	56	37	07
03	$-2^4$	Analisar erros em potências de base inteira e negativa e expoente natural sem parêntese	17	77	06
04	$(-7)^2$	Analisar erros em potências de base inteira e negativa e expoente natural com parêntese	40	57	03
05	$(-6)^{-2}$	Analisar erros em potências de base e expoente inteiros e negativos com parêntese	43	47	10
06	$-2^{-6}$	Analisar erros em potências de base e expoente inteiros e negativos sem parêntese	03	83	14
07	$8^0$	Analisar erros em potências de expoente nulo	47	43	10
08	$\left(\frac{2}{3}\right)^3$	Analisar erros em potências de base fracionária positiva e expoente natural	33	23	44
09	$\left(\frac{4}{5}\right)^{-2}$	Analisar erros em potências de base fracionária positiva e expoente negativo	03	34	63
10	$\left(-\frac{1}{4}\right)^{-3}$	Analisar erros em potências de base fracionária negativa e expoente negativo	00	37	63

Fonte: Questionário.

Como já observado por Paias (2009), nota-se que as questões com maior índice de erros (questões 03, 05 e 06) são aquelas que apresentam base e/ou expoentes negativos, portanto focaremos este trabalho na análise de questões que apresentam tais características, bemcomo a sétima questão, explorando a não compreensão do aluno em potências de expoente nulo.

O Quadro 2 apresenta algumas das dificuldades em Matemática apontadas pelos alunos:

**Quadro 2 - Quadro das dificuldades apontadas pelos alunos.**

<b>DIFICULDADES</b>	<b>ALUNOS (%)</b>
Potenciação	33
Adição com números inteiros	20
Multiplicação com números inteiros	23
Regras de sinais	23
Adição com frações	27
Multiplicação com frações	20
Divisão com frações	43
<b>Não tem dificuldades</b>	<b>33</b>

**Fonte: Questionário.**

Percebe-se que as respostas apresentadas durante o teste não condizem com pelo menos 33% do questionário aplicado à turma (alunos que marcaram não apresentar dificuldades). 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.

Tomando por base os estudos de Paias (2009) e Feltes (2007), elaboramos cinco categorias de erros a fim de nortear nossas análises. São estas:

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 a potência com expoentes negativos;
5. Erros relacionados às operações fundamentais;

A terceira questão –  $2^4$  tinha por objetivo analisar erros em potências de base inteira e negativa e expoente natural sem parêntese. Foi uma das questões com o maior índice de erros (77%), dentre os quais selecionamos o erro do Aluno 07:

$$3) -2^4 \quad \underline{R= 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 = 16}$$

Figura 1 - Aluno 07

O Aluno 07 (Figura 1) conhece o conceito de potência, sabia que deveria multiplicar sem considerar o sinal de menos, pois a base negativa não está entre parênteses, todavia não o incluiu no resultado, deixando-o positivo, podendo enquadrar-se na categoria “erros relacionados à técnica da regra de sinais”. Tal procedimento foi constatado em quase 50% de todos os erros referentes a esta questão.

$$3) -2^4 \quad \underline{2 \times 2 \times 2 \times 2 = 16 = \frac{1}{16}}$$

Figura 2- Aluno 16

O Aluno 16 (Figura 2), assim como o Aluno 07, conhece o modelo de resolução de uma potência (multiplicações sucessivas), chega ao resultado 16, mas ao invés de colocar o sinal negativo da base ao final da resposta, graças à ausência de parênteses, atribui ao menos à propriedade de inversão do resultado, como se este (sinal) pertencesse ao expoente. Podemos então classificá-lo em parte como pertencente à categoria 1 (erros relacionados à técnica da definição) por aplicar a propriedade correspondente a potências de expoente negativo quando o sinal pertencia à base.

$$3) -2^4 \quad \underline{\overset{4}{2 \times 2} \overset{8}{\times 2 \times 2} = 18}$$

Figura 3- Aluno 04

O Aluno 04 (Figura 3) conhece a estrutura de uma potência, porém enquadra-se na categoria “erros relacionados às operações fundamentais”. Nota-se que apesar da estrutura  $2 \times 2 \times 2 \times 2$ , o aluno realiza o produto parcialmente (conforme as “setas” da imagem), multiplicando inicialmente os dois primeiros fatores, porém realiza a segunda parte do produto considerando o segundo fator mais uma vez, chegando a dois números: 4 e 8. Provavelmente, o Aluno tentou somar os resultados (como observado em outras três respostas), o que resultaria no resultado 12, entretanto errou também a soma.

Um último caso nesta terceira questão foi o do Aluno 14 (Figura 4):

$$3) -2^4 \quad \underline{4 - 2 = 2}$$

Figura 4- Aluno 14

Nota-se que este não conhece a estrutura de uma potência e nem sua definição como explicado na categoria 1 (erros relacionados à técnica de definição), uma vez que este só somou a base ao expoente.

Outra questão analisada foi a quinta questão  $(-6)^{-2}$  que objetivava analisar erros em potências de base e expoente inteiros e negativos com parêntese. Esta questão apresentou um total de 47% dos erros, todos distintos entre si, dos quais analisaremos:



A handwritten mathematical expression on a light blue background. It reads: 5)  $(-6)^{-2} = 6 \times 6 = 32$ . The equals sign and the result 32 are underlined.

Figura 5 - Aluno 11

O Aluno 11 (Figura 5) pode ser enquadrado em duas categorias distintas: a primeira é em “erros relacionados às operações fundamentais”, uma vez que efetuou erroneamente o produto  $6 \times 6$ , além de não ter invertido o resultado, uma vez que o expoente é inteiro e negativo, classificando-se também na categoria “erros relacionados a expoentes negativos”.



A handwritten mathematical expression. It reads: 5)  $(-6)^{-2} = -6 + -6 = 0$ . The equals sign and the result 0 are underlined.

Figura 6 - Aluno 24

O Aluno 24 (Figura 6), por sua vez, apesar de estruturar corretamente a operação, efetuou a soma dos fatores, de forma a calcular  $-6 + (-6)$ , errando também na regra de sinais, fazendo  $-6 + 6$ , resultando zero. Pode ser classificado assim como “erros relacionados às operações fundamentais”. Conforme aponta Rocha (2010), muitos alunos apresentam dificuldades com operações entre números inteiros, principalmente adição e subtração com sinais diferentes e as regras de sinais em operações de multiplicação e divisão, as quais persistem e se manifestam nas séries seguintes. Embora uma média de apenas 23% dos alunos afirme possuir dificuldades nestes quesitos, um grande número de indivíduos apresentou tais erros.



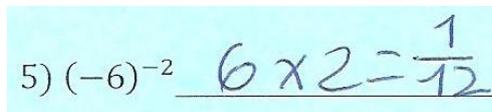
A handwritten mathematical expression. It reads: 5)  $(-6)^{-2} = 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2$ . The equals sign and the result are underlined.

Figura 7 - Aluno 05

O Aluno 05 (Figura 7) pode ser enquadrado em três categorias. Primeiramente na categoria 1 (erros relacionados à técnica da definição), uma vez que confundiu os elementos, categoria 4 (erros relacionados a expoentes negativos) onde o aluno desconsiderou o sinal do expoente (o qual deveria resultar em uma inversão do resultado) e

por fim em “erros relacionados às operações fundamentais”, pois efetuou erroneamente o produto.

Um último caso a se analisar nesta questão é o do Aluno 03 (Figura 8)

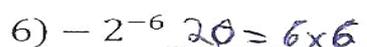


The image shows a handwritten mathematical expression on a light blue background. It reads: 5)  $(-6)^{-2}$  followed by a horizontal line, and below the line, the calculation  $6 \times 2 = \frac{1}{12}$  is written.

Figura 8 - Aluno 03

Percebe-se que este aluno conhece a propriedade referente à potência de expoente negativo, porém apresenta erros na definição, realizando o produto da base pelo expoente.

A próxima questão a ser analisada é a sexta questão,  $-2^{-6}$ , a qual buscava analisar erros em potências de base e expoente inteiros e negativos sem parênteses. Foi a questão com o maior índice de erros (83% do total das respostas), com respostas e resoluções variadas, dentre as quais selecionamos as seguintes:



The image shows a handwritten mathematical expression. It reads: 6)  $-2^{-6}$  followed by a horizontal line, and below the line, the calculation  $20 = 6 \times 6$  is written.

Figura 9 - Aluno 23

O Aluno 23 (Figura 9) apresenta erros relacionados às operações fundamentais (categoria 5), errando o produto além de ter confundido os elementos da potenciação, estruturando a conta como se fosse  $-6^{-2}$  ao invés de  $-2^{-6}$  (categoria 1), além de apresentar erros relacionados a expoentes negativos (categoria 4).



The image shows a handwritten mathematical expression. It reads: 6)  $-2^{-6}$  followed by a horizontal line, and below the line, the calculation  $-2 \times -2 \times -2 \times -2 \times -2 \times -2 = -6$  is written.

Figura 10 - Aluno 24

Como já foi constatado anteriormente, o Aluno 24 (Figura 10) não apresenta compreensão da definição (categoria 1), conservando o próprio expoente como resultado final, apesar de mais uma vez ter armado corretamente toda a estrutura do processo, não efetuou a operação.



The image shows a handwritten mathematical expression. It reads: 6)  $-2^{-6}$  followed by a horizontal line, and below the line, the calculation  $-2 \times -2 \times -2 \times -2 \times -2 \times -2 = \frac{1}{64}$  is written.

Figura 11 - Aluno 26

O Aluno 26 (Figura 11) conhece a definição de função e as propriedades de potência com expoente negativo, entretanto inclui o sinal de menos como pertencente à base, considerando-o na multiplicação. Pode ser enquadrado desta forma na categoria 2 (erros relacionados à regra de sinais). Interessante ressaltar que tal resultado foi alcançado por mais oito alunos

Por fim, analisaremos a resolução desta mesma questão pelo Aluno 27 (Figura 12)

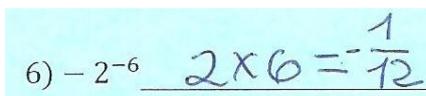

$$6) - 2^{-6} \quad \underline{2 \times 6 = -\frac{1}{12}}$$

Figura 12 - Aluno 27

Nota-se que este aluno enquadra-se na categoria 1 (erros relacionados à técnica da definição), uma vez que realizou o produto entre base e expoente. Por mais que conheça a propriedade de expoente negativo, enquadra-se também na categoria 2 (erros relacionados à regra de sinais).

A questão de número sete,  $8^0$ , tinha como objetivo analisar erros em questões de expoente nulo, apresentando um total de 43% de erros, estando os mesmos divididos entre duas respostas diferentes, como mostradas a seguir:


$$7) 8^0 \quad \underline{8 = 8}$$

Figura 13 - Aluno 05

Pode-se perceber que o Aluno 05 (Figura 13) desconsidera o expoente, podendo ser classificado como erro relacionado a convenções matemáticas (categoria 3). Ana Maria Paias, em sua dissertação de mestrado, expõe a ideia de dois alunos, que explicam as possibilidades de tal resposta. O primeiro afirmou que “qualquer número elevado a zero é ele mesmo” e o outro se referiu ao zero como “nada”, mantendo-se a base. Este tipo de erro está relacionado no trabalho de Sierra (2000), na categoria “o zero como representação do nada”.


$$7) 8^0 \quad \underline{8.0 = 0}$$

Figura 14 - Aluno 07

Já o Aluno 07 (Figura 14), recai na mesma categoria (categoria 3), bem como na categoria 1 (erros relacionados à técnica de definição), efetuando o produto da base pelo expoente, chegando assim à resposta zero.

De maneira geral, as análises sobre os erros que os alunos apresentam nos cálculos de potências confirmam as já apresentadas pelos textos revisados. Quanto às categorias de análise das quais fizemos uso no decorrer do estudo, temos:

1. Erros relacionados à técnica da definição

As respostas analisadas indicam que os alunos ainda não possuem domínio pleno da definição de potenciação, uma vez que não foram raros os casos em que estes multiplicavam a base pelo próprio expoente ou confundiam os elementos.

2. Erros relacionados à técnica da regra de sinais

As respostas analisadas apontam que muitos alunos desconsideraram os sinais da base e por vezes até erram regra de sinais em somas e produtos.

### 3. Erros relacionados a convenções matemáticas

Na questão sete, onde o expoente era nulo, sete dos treze alunos que a erraram conferiram ao resultado o mesmo valor da base. Tal situação, conforme antes citado, remete aos estudos de Sierra (2000) no que tange ao zero como “representação do nada”.

Há também a questão apontada por Galante (apud DAMAZIO e AMORIM, 2004) de que pela própria definição toda potência tem dois ou mais fatores. Logo,  $8^0$  não tem sentido e que por esta razão introduz-se, por definição ou convenção que qualquer número diferente de zero elevado à potência zero resulta 1 (da mesma forma que convencionou-se que toda potência de expoente 1 resulta a própria base).

### 4. Erros relacionados a expoentes negativos

Observou-se grande índice de erros em questões de expoentes negativos, onde o aluno por vezes realizava o produto base-expoente conferido como resultado, tendo em vista a regra de sinais, ou simplesmente desconsideraram o sinal do expoente, calculando a potência sem invertê-la depois.

### 5. Erros relacionados às operações fundamentais

O aluno efetua de maneira incorreta a operação multiplicação (como no caso do Aluno 23 ao resolver a sexta questão - Figura 9), ou efetua soma no lugar de multiplicações, embora tenha (muitas vezes) armado corretamente a estrutura do cálculo.

A análise das respostas mostrou que os alunos apresentam conhecimento parcial a respeito das propriedades e técnicas matemáticas que requer o estudo de potências, como Neto (2010) comprovou em seus estudos a dificuldade em operação com números inteiros, confirmando os itens por eles assinalados no quadro de dificuldades e apontando que os 33% de “não dificuldades” não condizem com a realidade.

Sierra (2000) traz em sua dissertação de mestrado algumas técnicas de ensino presentes em livros didáticos e adotadas por alguns dos professores por ele entrevistados, sugerindo metodologias de ensino que amenizem tais deficiências e confirmam aos alunos um real entendimento de processos e propriedades deste assunto.

## 5. Considerações Finais

O objetivo deste estudo era investigar os erros que os alunos de uma turma do 7º ano cometem em potenciação. Pudemos observar no decorrer das análises das questões

vários erros já identificados no cálculo de potências, muitos dos quais já relatados por Paias e Feltes em seus trabalhos.

Acreditamos que tais resoluções errôneas sejam fruto primeiramente de uma não compreensão do próprio conceito de potenciação ou confusão quanto a seus elementos, bem como de falta de atenção do próprio aluno que por vezes montava corretamente a estrutura, mas se atrapalhava com tarefas mais básicas, como trocar a adição por soma, errar as operações ou confundir sinais.

Faz-se necessário enfatizar que ao trabalhar com análise de erros o docente não pode mostrar o mesmo como algo ruim gerando nos alunos uma aversão aos conteúdos. O professor deve fazer com que o discente não tenha medo de errar ou expor seu erro, passando a segurança de que este será solucionado da melhor forma possível, a partir de novas metodologias, fazendo com que o aluno compreenda melhor os conteúdos ministrados e tornando a aprendizagem mais significativa.

## 6. Referências

DAMAZIO, Ademar. AMORIM, Marlene Pires. Educação Matemática: Sistema conceitual de Potenciação. (Versão apresentada ao GT 08 Educação Infantil e Ensino Fundamental). 2004.

FELTES, Rejane Zeferino. Análise de erros em potenciação e Radiciação: um estudo com alunos de Ensino fundamental e médio. Porto Alegre, 2007.

HOFFMAN, J. Pontos e contrapontos: do pensar ao agir em avaliação. Porto Alegre: mediação, 2005.

PAIAS, Ana Maria. Diagnóstico dos erros sobre a Operação Potenciação aplicado a alunos dos Ensinos Fundamental e Médio. São Paulo, 2009.

\_\_\_\_\_. O Erro Relacionado às Propriedades da Operação Potenciação. XIII CIAEM-IACME, Recife, 2011.

\_\_\_\_\_. A Operação Potenciação e os Números Inteiros Negativos. XIII CIAEM-IACME, Recife, 2011.

PINTO, N. B. O erro como estratégia didática: estudo do erro no ensino da matemática elementar. Campinas: São Paulo: Papirus, 2000.

ROCHA NETO, F. T. Dificuldades na aprendizagem operatória dos números inteiros no ensino fundamental. Fortaleza, 2010.

RUDIO, F. V. Introdução ao projeto de pesquisa científica. 34ª ed. Petrópolis. Vozes, 2007.

SIERRA, G.M. Hacia una explicación sistémica de los fenómenos didácticos. El caso de las convenciones en el tratamiento de los exponentes no naturales. Dissertação de Mestrado. México, 2000.