UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CENTRO DE EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO

MIRIAM CORREIA DA SILVA

# EDUCAÇÃO MATEMÁTICA:
## Conhecimentos Docentes acerca de potenciação

Maceió
2013

MIRIAM CORREIA DA SILVA

EDUCAÇÃO MATEMÁTICA:

Conhecimentos Docentes acerca de potenciação

Dissertação de Mestrado apresentada à Banca Examinadora da Universidade Federal de Alagoas, do Programa de Pós-Graduação em Educação, como exigência para obtenção do título de Mestre em Educação.

Orientadora: Profa. Dra. Mercedes Bêtta Quintano de Carvalho Pereira dos Santos.

Maceió
2013

**Catalogação na fonte**
**Universidade Federal de Alagoas**
**Biblioteca Central**
**Divisão de Tratamento Técnico**
**Bibliotecária Responsável: Helena Cristina Pimentel do Vale**

S586e Silva, Miriam Correia da.
Educação matemática : conhecimentos docentes acerca de potenciação / Miriam Correia da Silva. – 2013.
114 f. : il.

Orientadora: Mercedes Bêtta Quintano de Carvalho Pereira dos Santos.
Dissertação (mestrado em Educação) – Universidade Federal de Alagoas Centro de Educação. Programa de Pós-Graduação em Educação. Maceió, 2013.

Bibliografia: f. 101-104.
Apêndices: f. 105-114.

1. Matemática – Estudo e ensino. 2. Conhecimento docente. 3. Formação de professores. 4. Potenciação. 5. Formação inicial e continuada. I. Título.

CDU: 371.13

Universidade Federal de Alagoas
Centro de Educação
Programa de Pós-Graduação em Educação

PPGE / CEDU / UFAL
Mestrado e Doutorado em Educação Brasileira

"Educação Matemática: conhecimentos docentes acerca de Potenciação"

**MIRIAM CORREIA DA SILVA**

Dissertação submetida a banca examinadora, já referendada pelo Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal de Alagoas e aprovada em 26 de abril de 2013.

Banca Examinadora:

Profa Dra Mercedes Bêtta Quintano de Carvalho Pereira dos Santos
(PPGE/CEDU/UFAL) (Orientadora)

Profa Dra Abigail Fregni Lins (UEPB)
(Examinadora Externa)

Prof. Dr. Luis Paulo Leopoldo Mercado ( PPGE/CEDU/UFAL)
(Examinador Interno)

Profa Dra Deise Juliana Francisco (PPGE/CEDU/UFAL)
(Examinadora Interna)

Dedico esta dissertação a minha mãe, Lourdes, a meus filhos, Mirella e Ariel, ao meu sobrinho Victor e a meu irmão Julio, meus companheiros, minha família, que sempre me compreenderam e apoiaram durante toda a minha vida.

## AGRADECIMENTOS

Durante a caminhada desta realização acadêmica tive o incentivo e a colaboração de pessoas que foram fundamentais para o meu crescimento pessoal e profissional. Dentre elas, quero agradecer:

A Deus, pela vida e pela oportunidade de realizar mais um sonho almejado em minha vida.

À minha orientadora, Profa. Dra. Mercedes Bêtta Quintano de Carvalho Pereira dos Santos, pela acolhida, pela credibilidade, pela paciência e dedicação, pelas relevantes contribuições à pesquisa em Educação Matemática e por ter despertado em mim a aptidão pela pesquisa na linha de currículo e formação de professores em Matemática.

À Profa. Dra. Abigail, à Profa. Dra. Deise e ao Prof. Dr. Luís Paulo, pela contribuição dada a partir da qualificação deste trabalho.

A todos os professores deste Programa de Pós-Graduação que contribuíram para o meu amadurecimento e crescimento acadêmico.

Aos colegas de curso e do Grupo de Pesquisa em Educação Matemática, sob liderança da Profa. Dra. Mercedes Carvalho.

Em especial, aos colegas de estudo Regina Célia, Eliane Ramos, Rosemeire Roberta e Luiz Galdino, pelas importantes contribuições e pelo companheirismo durante esta jornada.

À Dra. Lúcia Maria Santa Rita e ao Dr. Jacinto Martins de Almeida, que muito me motivaram nos momentos de desfalecimento e dificuldades que surgiram durante a realização deste estudo.

Aos professores de Matemática, gestores, coordenadores e alunos das escolas que contribuíram para o desenvolvimento desta pesquisa.

À 7ª Coordenadoria de Ensino (CRE) do Estado de Alagoas e à Secretaria de Educação Municipal de União dos Palmares, que apoiou este estudo.

Aos colegas mestrandos do Instituto de Matemática, Anderson e Fábio, meus contribuidores no ensino da Matemática.

A todos os meus colegas professores, coordenadores e gestores das escolas em que atuo, que são meus companheiros de discussão e comungam comigo diariamente as dificuldades de ensino, pelos quais tenho grande respeito e admiração.

À minha querida tia Raquel, ao tio José Novo e ao tio Manoel que sempre demonstraram seu carinho.

À Leorne, que muito me ajudou num momento em que tanto precisei por intermédio de seu carinho e dedicação à minha querida Mirella.

Ao querido tio José (em memória) por sua fiel dedicação e por seu amor sempr expressado.

Ao meu querido e saudoso pai Julio (em memória) que para mim foi sempre um verdadeiro exemplo de paciência e humanismo.

A todas as pessoas que, diretamente ou indiretamente, forneceram subsídios para esta dissertação.

Os seres humanos têm sido responsáveis pela criação da Matemática e continuamos responsáveis por sua manutenção e ampliação.

George Lakoff e Rafael Núñez

**RESUMO**

Este estudo de caso investigou os conhecimentos docentes dos professores de Matemática do 6º ano do Ensino Fundamental acerca de potenciação. Para isto, durante a análise, foram estabelecidas três categorias: conhecimento do conteúdo potenciação, conhecimento da didática do conteúdo e conhecimento curricular, amparando-se na concepção de Shulman (1986) Shulman, Wilson e Grossman (2005) sobre conhecimentos docentes. Participaram como sujeitos da pesquisa seis professores de Matemática, quatro de escolas públicas estaduais pertencentes à 7ª Coordenadoria de Ensino de Alagoas e dois de escolas públicas municipais de União dos Palmares. Esses professores contribuíram respondendo a um questionário para traçar o seu perfil profissional, interpretando as resoluções dos problemas de potenciação, participando de uma entrevista. Com base nos dados obtidos e nas análises dos dados coletados, foi possível depreender que o conhecimento docente desses professores de Matemática do 6º ano acerca de potenciação está voltado, em boa parte, para o campo multiplicativo. Tais dados apontam a necessidade de que a formação em Matemática esteja amparada na necessidade de abordagens pedagógicas vinculada com os conteúdos matemáticos, que atendam ao ensino na educação básica. O resultado deste estudo viabiliza novas pesquisas dentro do campo multiplicativo, tanto nos anos iniciais como finais do Ensino Fundamental como fator contribuinte para o estudo da potenciação, bem como a necessidade de ampliar e melhorar a formação docente dos professores que ensinam Matemática. Ressalta ainda a importância de uma reformulação curricular que abranja o repertório teórico da Formação Inicial em consonância com a prática escolar.

**Palavras-chave:** Conhecimento docente. Potenciação. Formação inicial e continuada.

## ABSTRACT

This case study has investigated the knowledge of the mathematics teachers of the 6º Fundamental Teaching Year about exponentiation. Therefore, during the analyse, three categories were established: contents exponentiation knowledge, contents didactic knowledge and curricular knowledge, based on the conception of Shulman (1986) Shulman, Wilson and Grossman (2005) about teachers knowledge. Six math teachers took part on this work as researchers, four of them, came from State Public School that belongs to 7ª Coordenadoria of Alagoas Teaching and two came from Municipal Public School of União dos Palmares. These teachers contributed with answers to a questionnaire for solving their professional profile, they interpreted the exponentiation problem and took part in an interview. Based on the collected data and on the analysis of collected data, it was possible to conclude that the teachers knowledge of these 6º year mathematics teachers, about exponentiation is largely focused to multiplicative field. Such data indicate the necessity in which the mathematics undergraduation has to be based on the necessity of teaching approach linked with the contents of mathematics that attend to math teaching on the basic education. The result of this work makes possible new researches on the multiplicative field. This happens both in the beginning and final years of fundamental teaching. Still, the result of this work is a contributor factor to the exponentiation study as well as the indication that teaching undergraduation must be expanded and improved. And more, it must be emphasized the importance of a curricular undergraduation that extend to theoretical repertory of initial teacher education in accordance with school practice.



Keywords: Teaching knowledge. Exponentiation. Pre-service and Inservice Education.

## LISTA DE FIGURAS

## LISTA DE QUADROS

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CEE – Conselho Estadual de Educação

CES – Conselho de Ensino Superior

CNE – Conselho Nacional de Educação

CRE – Coordenadoria Regional de Ensino

EF – Ensino Fundamental

EM – Ensino Médio

ENEM – Exame Nacional de Ensino Médio

GPEM – Grupo de Pesquisa em Educação Matemática

IES – Instituições de Educação Superior

IMPA – Instituto Nacional de matemática Pura e Aplicada

NCTM – Conselho Nacional de Professores de Matemática

PCN – Parâmetros Curriculares Nacionais

TCLE – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

UFAL – Universidade Federal de Alagoas

UNB – Universidade de Brasília

USP – Universidade de São Paulo

## SUMÁRIO

# INTRODUÇÃO

Ao longo de minha carreira profissional como professora de Matemática do 6º ano do Ensino Fundamental pude observar que o aluno ao desenvolver cálculos com a operação potenciação tende a cometer inúmeros erros, e isto traz inquietações. Assim, de alguma forma, como professora precisava compreender as dificuldades dos alunos relativas a essa operação aritmética e responder às minhas indagações acerca de tal problemática: Como professora de Matemática, eu possuía os conhecimentos necessários para ensinar essa operação? Quais conhecimentos docentes são necessários para subsidiar a aprendizagem da operação potenciação?

Minha profissionalização como professora de Matemática se deve ao bom empenho como aluna nessa disciplina no Ensino Fundamental, o que despertou meu interesse por essa área. No Ensino Médio optei por cursar o Magistério. No 4º ano de Magistério[1] optei pela Matemática.

Esse aperfeiçoamento habilitou-me para o ensino de Matemática na 5ª e 6ª séries, hoje 6º e 7º anos, quando fui classificada e nomeada no concurso de 2001 para professora nível A, para os anos iniciais, no ano seguinte, assumi como professora de Matemática, pelo fato de ter cursado o 4º ano do Magistério. Atuando nesta área, percebi que na rede estadual alagoana, professores de áreas distintas costumam assumir a docência em Matemática, e como professora dessa disciplina, deveria tentar seguir as diretrizes e políticas educacionais apropriadas à área. Durante muito tempo, atuei com o ensino de Matemática no 6º e no 7º anos.

Foi justamente no 6º ano que verifiquei a maior dificuldade com relação à operação potenciação entre os alunos. Para eles era muito difícil percebê-la como multiplicação repetida de um número por si mesmo; percebiam-na como adição de parcelas iguais ou como uma simples multiplicação. Em observações que fiz como docente a respeito das questões de ensino e aprendizagem de Matemática constatei que alguns alunos do Ensino Médio também têm certa dificuldade com a operação potenciação (PAIAS, 2009).

---

[1] Habilitação para o ensino de Matemática das 5ª e 6ª séries, hoje 6º e 7º anos, de acordo com o § 1º do art. 30 da Lei Federal nº 5.692, de 11 de agosto de 1971, e com o que prescreve a Resolução nº 19/72 CEE.

Hoje percebo a importância de fazer o aluno compreender e relacionar na Educação Básica, em especial no Ensino Fundamental, cada conteúdo matemático com a vida prática. Dar significado ao assunto abordado na sala de aula possibilita aos alunos entender a importância desse conteúdo para sua vida prática, além de ser uma boa forma de iniciar um aprofundamento em Matemática. A potenciação tem grande utilidade durante e após o Ensino Fundamental II, constitui a base necessária para assuntos tratados no Ensino Médio, como o estudo das funções exponenciais e logarítmicas. Portanto, é necessário proporcionar um bom entendimento desse conteúdo desde o seu inicio no 6º ano, com o conjunto dos números naturais.

Meus avanços como professora de Matemática só começaram a partir da especialização em ensino da Matemática, ao conhecer novas metodologias e estratégias para mediar minha prática de ensino de modo a contribuir para a aprendizagem de meus alunos. Com a especialização, interessei-me em desenvolver pesquisa na área. O grande envolvimento com essa área de ensino levou-me a cursar licenciatura em Matemática. As indagações sobre as dificuldades que enfrentava como professora de Matemática, a preocupação em melhorar minha prática e contribuir, em sala de aula, para a melhor compreensão dos conteúdos matemáticos só ocorreram de fato nas discussões de estudo e pesquisa em Educação Matemática, como aluna especial do mestrado acadêmico em Educação da Ufal. Aos poucos, a formação de professores passou a ser entendida como um processo contínuo, por meio do qual o sujeito aprende a ensinar (FERREIRA, 2003).

Hoje, trabalhando com alunos do Ensino Médio em escolas da rede estadual de ensino de Alagoas, ainda percebo a dificuldade com a operação potenciação. Os erros cometidos pelos alunos remetem a dificuldades que trazem de anos anteriores, do Ensino Fundamental. Este foi um dos motivos porque escolhi analisar o conhecimento dos professores de Matemática. Se os alunos cometem tantos erros, é preciso investigar o que conhecem os professores acerca desse conteúdo. Este estudo se define em três linhas, segundo a análise de Shulman (1986): conhecimento do conteúdo da matéria, conhecimento da didática do conteúdo da matéria e conhecimento curricular. A partir de meados da década de 1990, os pesquisadores passaram a se interessar pelo modo como os professores manifestam seus conhecimentos e suas crenças no processo de ensino e pela maneira como os alunos aprendem e compreendem aspectos específicos da matemática (FIORENTINI; LORENZATO, 2009).

Tendo como problema desta pesquisa a indagação: Quais conhecimentos docentes os professores de matemática do 6º ano do Ensino Fundamental possuem a cerca da potenciação? Buscou-se neste estudo atender aos seguintes objetivos: a) investigar os conhecimentos dos professores de Matemática do 6º ano acerca de potenciação; b) categorizar os dados da pesquisa a partir da análise das interpretações feitas pelos professores de matemática e por meio da entrevista semi estruturada para delimitar os conhecimentos do conteúdo, da didática e do currículo acerca da potenciação.

Neste estudo optou-se pelo estudo de caso: o conhecimento docente dos professores de matemática do 6º ano acerca da potenciação. A característica do estudo de caso, de acordo com Yin (2001), é a investigação de um único caso. Segundo Fiorentini e Lorenzato (2009), o estudo de caso possibilita uma análise dos dados de forma mais profunda e completa, possibilitando uma interpretação real do contexto como ele se encontra.

O estudo contou com seis professores de Matemática do 6º ano que lecionam em escolas públicas, sendo dois de escolas municipais e quatro de escolas estaduais de Alagoas pertencentes a 7ª Coordenadoria de Ensino do Estado. Essas escolas foram escolhidas pela possibilidade de acesso e pela necessidade de traçar resultados de pesquisas em Educação Matemática nessa região, segundo discussões e pesquisas do (Grupo de Pesquisa em Educação Matemática) GPEM vinculado ao curso de pós-graduação em Educação da Ufal.

Como instrumento de coleta de dados, foi aplicado, no primeiro momento, um questionário (Apêndice A), com o objetivo de traçar o perfil profissional dos professores. No segundo momento da pesquisa, aplicação de uma atividade (Apêndice B) com problemas de potenciação tendo a participação de cinco alunos de cada professor, sendo escolhidas três das atividades, as que apresentaram melhor compreensão das estratégias de resolução, pois houve atividades sem esquemas de resolução, pelo qual impossibilitaria a interpretação dos professores. Os resultados dos problemas de potenciação foram interpretados pelos professores, visando contribuir para a análise dos conhecimentos deles acerca do conteúdo potenciação. No terceiro momento, foi aplicada uma entrevista semiestruturada junto aos professores (Apêndice C), de forma interativa, o que possibilitou um espaço de livre expressão desses sujeitos, com o intuito de analisar seus conhecimentos docentes acerca do conteúdo potenciação, da didática do conteúdo e do conhecimento curricular. Por meio desse processo, os próprios docentes constroem e desenvolvem, a partir da reflexão e investigação da própria prática, sua cultura profissional (FIORENTINI; CRISTOVÃO, 2010).

A aplicação de atividades, por meio da resolução de problemas de potenciação, foi escolhida por constituir proposta dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) de Matemática, nos quais se menciona a resolução de problemas como eixo norteador do processo de ensino e aprendizagem de Matemática, além de ser um foco de pesquisa e discussão em Educação Matemática no estado de Alagoas, por meio das pesquisas em pós-graduação e dos estudos desenvolvidos no GPEM. Sem dúvida, ensinar Matemática através da resolução de problemas é uma abordagem consistente com as recomendações do NCTM e dos PCNs, pois conceitos e habilidades matemáticos são aprendidos no contexto da resolução de problemas (ONUCHIC; ALLEVATO; 2004).

A análise, nesse estudo, baseou-se nas abordagens de Shulman (1986), Shulman, Wilson e Grossman (2005) acerca dos conhecimentos docentes. Para sistematizar o procedimento de análise, dentro dessa perspectiva teórica, foram estabelecidas três categorias: conhecimento do conteúdo potenciação, conhecimento da didática do conteúdo e conhecimento curricular. No primeiro momento foi analisado o perfil profissional dos professores com base no questionário, visando posteriormente triangular com as análises da atividade e entrevista. Dentro da categoria conhecimento do conteúdo potenciação foram nomeados, para organizar a sequência de análise dos problemas de potenciação, três itens: problemas de potenciação que envolve sequência multiplicativa; problemas de potenciação que envolve o princípio de contagem (PFC); problemas de potenciação que envolve notação científica. Ressalta-se que, nesse momento, foram analisadas as interpretações feitas pelos professores acerca das resoluções dos problemas de potenciação apresentadas nas atividades. Em seguida, foram analisadas as entrevistas para compor as categorias conhecimento da didática do conteúdo e conhecimento curricular que triangularam com os dados acerca do conteúdo potenciação.

Este estudo está organizado em três seções, como se segue:

Na Seção 1, apresenta-se a fundamentação teórica. São abordados estes conteúdos: definição matemática de potenciação, resolução de problemas e o currículo de Matemática, a multiplicação segundo Van de Walle (2009) e Vergnaud (2009), o conhecimento docente e matemático do professor, principalmente sob a perspectiva de Shulman (1986) e Shulman, Wilson e Grossman (2005).

Na Seção 2 são apresentados os procedimentos metodológicos adotados no estudo.

Na Seção 3 realiza-se a análise dos dados, no qual é apresentado o perfil profissional dos professores que trata sobre sua formação acadêmica, tempo de serviço, experiência profissional e cursos realizados. Destacamos que a utilização do questionário possibilitou traçar dados sobre o curso de licenciatura em matemática realizado pelos professores participantes da pesquisa, para isso destacamos que no quadro atual dos cursos de licenciatura em Matemática, de acordo com o parecer CNE/CES nº 1.302/2001, o objetivo principal é a formação de professores para a educação básica. Ressalte-se ainda que as diretrizes desse curso têm como objetivo assegurar que os egressos do curso de licenciatura em Matemática tenham preparo adequado para uma carreira na qual a matemática seja utilizada de modo essencial.

Apresentam-se ainda as análises das interpretações feitas pelos professores acerca dos problemas de potenciação resolvidos por seus alunos, o que contribuiu para traçar os conhecimentos docentes acerca do conteúdo potenciação, assim como a análise da entrevista, que contribuiu para triangular com as demais categorias definidas nesta pesquisa: conhecimento da didática do conteúdo e conhecimento curricular.

Por fim, nas considerações finais são apresentados alguns apontamentos acerca dos resultados encontrados na pesquisa, com o objetivo de contribuir para novas discussões em Educação Matemática acerca dos conteúdos matemáticos, bem como do currículo e da formação de professores.

# 1 POTENCIAÇÃO E CONHECIMENTO DOCENTE

De acordo com o livro sobre história da Matemática de Xavier e Barreto (2005), a escrita: $x \cdot x = x^2$ ou $x \cdot x \cdot x = x^3$, que parece óbvia, surgiu somente por volta de 1637. É atribuída ao grande matemático francês René Descartes, em sua única publicação de Matemática, *La géométrie*. Porém, foram encontrados vestígios da utilização de potências em registros que datam de cerca 1000 a.C., em tabelas ou tábuas babilônicas. Também são de cerca de 1360 manuscritos produzidos pelo bispo francês Nicole Oresme, com notações que utilizam potências com expoentes racionais e irracionais, além de algumas regras sistematizadas para operar com potências. Outros registros, sobre o uso de potências com expoente zero foram apresentados pelo médico Nicolas Chuquet, por volta de 1484.

Conforme Boyer (2010), entre as tabelas babilônicas encontram-se aquelas que contêm potências sucessivas de um número, que se assemelham às tabelas atuais de logaritmos.

Hoje a potenciação é utilizada não só na Matemática, mas em outras áreas como economia, física, biologia, ciência da computação, engenharia, ao serem tratados assuntos como: juros compostos, crescimento populacional, comportamento das ondas, cinética química e criptografia de chave pública.

## 1.1 Definição de Potenciação

Neste trabalho, o conceito de potenciação adotado será o de Caraça (2010). Os elementos de Aritmética estudados no ensino fundamental são as quatro operações, chamadas operações fundamentais: adição, subtração, multiplicação e divisão, acrescidas da potenciação, radiciação e logaritmação.

Estas sete operações podem ser agrupadas da seguinte maneira:

**Quadro 1 – Operações fundamentais**

| Diretas | Inversas |
|---|---|
| adição | subtração |
| multiplicação | divisão |
| potenciação | Radiciação / logaritmação |

Fonte: Autora, 2013.

Considera-se a potenciação uma operação Matemática escrita na forma $\mathbf{a^n}$, que envolve dois números: a base **a** e o expoente **n**, e definida como um produto de fatores iguais.

Quando **n** é um número natural maior do que 1, a potência $\mathbf{a^n}$ indica a multiplicação da base ***a*** por ela mesma tantas vezes quanto indicar o expoente **n**. Vejamos:

$\mathbf{a^2 = a \cdot a}$

$\mathbf{a^3 = a \cdot a \cdot a}$

$\mathbf{a^4 = a \cdot a \cdot a \cdot a}$

$$a^n = \underbrace{a \times \cdots \times a}_{n}; \tag{1}$$

O expoente em geral é indicado à direita da base. Pode-se ler $\mathbf{a^n}$ como **a** elevado à **n**-ésima potência, ou simplesmente **a** elevado a **n**. Alguns expoentes possuem nomes específicos, por exemplo: $\mathbf{a^2}$ costuma ser lido como **a** elevado ao quadrado e $\mathbf{a^3}$, como **a** elevado ao cubo.

De acordo com Dante (2010), as propriedades da potenciação são as que se seguem.

1.1.1 Propriedades da potenciação

De modo geral, para quaisquer m, n Є N*, pode-se provar que:

$\mathbf{a^m \cdot a^n = a^{m+n}}$ (propriedade fundamental da potenciação: multiplicação de potências de mesma base).

Observa-se que $\mathbf{2^3 \cdot 2^2 = (2 \cdot 2 \cdot 2)\,(2 \cdot 2) = 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 = 2^5 = 2^{3+2}}$.

Essa propriedade continua válida para um número qualquer de fatores. Para $m_1$, $m_2$,..., $m_p$ quaisquer pertencentes a N*, tem-se:

$$\underbrace{\mathbf{a^{m_1} \cdot a^{m_2} \cdot \ldots \cdot a^{m_p} = a^{m_1 + m_2 + \ldots + m_p}}}$$

**p fatores**

Por exemplo: $\mathbf{2^2 . 2^3 . 2^5 = 2^{2+3+5} = 2^{10}}$

No caso de todos esses expoentes serem iguais ($\mathbf{m_1 = m_2 = ... = m_p = m}$), tem-se:

$\mathbf{(a^m)^p = a^{mp}}$ (potência de potência)

Por exemplo: $\mathbf{\underbrace{3^2 . 3^2 . 3^2 . ... . 3^2}_{\text{7 fatores}} = (3^2)^7 = 3^{14}}$**.**

**7 fatores**

Conforme Lages et al. (2006), a definição indutiva de $a^n$ é: $a^1 = a$ e $a^{n+1} = a . a^n$.

Para quaisquer m, n Є N, tem-se:

$a^m . a^n = a^{m+n}$

Em ambos os membros dessa igualdade, tem-se o produto de m + n fatores iguais a **a**.

Dante (2010) afirma que, como a igualdade $a^o . a^1 = a^{0+1}$ deve ser válida, logo $a^0 . a = a$. Assim, a única possibilidade é definir $a^0 = 1$, com $a \neq 0$.

Em seguida, dado qualquer n Є N*, deve-se ter, para $a \neq 0$:
$a^{-n} . a^n = a^{-n+n} = a^0 = 1$
Portanto, $a^{-n} . a^n = 1$.
Dante (2010), apresenta a seguinte definição:

- **Divisão de potências da mesma base**

$a^m : a^n = a^{m-n}$ com $a \neq 0$ (quocientes de potência de mesma base)
$2^4 : 2^2 = 2^{4-2} = 2^2 = 4$

Quando há uma divisão de potências de mesma base, conserva-se o valor da base e aplica-se a propriedade da divisão de mesma base, ou seja, subtraem-se os expoentes, conforme o exemplo dado.

Observação: as propriedades da potenciação se definem a bases iguais, e não a bases diferentes, como no caso: $a \cdot b^2$. Ressalta-se que este caso não se aplica às propriedades dadas.

### 1.1.2 Potências cujo expoente não altera o resultado

a) Potências de base 0, dada por $0^n$, $n > 0$. Os matemáticos julgam ser indeterminado o valor da potência $0^0$, mas as demais potências que apresentam base 0 e possuem expoente positivo possuem o próprio zero como resultado. A introdução do zero como dado por vezes provoca perturbações nas operações (CARAÇA, 2010, p. 25).

b) Potências de base 1, dada por $1^n$, sendo n pertencente ao conjunto dos números reais. Independentemente do valor de n, $1^n$ será sempre igual a 1.

Já as potências de base 2 são utilizadas na ciência da computação para representar prefixos binários, como $2^n$ valores possíveis para uma variável que possui n bits na memória:

1 quilobyte = $2^{10}$ = 1024 bytes.

Potências de base 10, que apresentam multiplicações sucessivas de base 10, são representadas também na forma de potenciação. Exemplo: $10^6$ é igual a um milhão, que se representa com o numeral 1 seguido de seis zeros: 1 000 000. Números de grandes e pequenas representações são utilizados em forma de notação científica.

### 1.1.3 Notação Científica

Com a notação científica escrevem-se potências de base 10. Sua principal utilidade é simplificar a ideia da ordem de grandeza de um número que, se fosse escrito por extenso, não poderia ser apresentado de forma imediata.

Por exemplo:

- A distância média da Terra ao Sol: 149 600 000 km = $1{,}496 \cdot 10^8$ km.
- A velocidade da luz: 300 000 km/s = $3 \cdot 10^5$ km/s.

- A massa de um elétron, aproximadamente, 0,0000000000000000000000000000911g = 9,11 . $10^{-28}$ g.

Aproveitando o estudo sobre notação científica, Van de Walle (2009) confirma que os números pequenos e muitos grandes podem ser escritos de forma compacta e eficaz quando se combina a notação exponencial com a notação decimal. O autor ressalta a importância da utilização do uso da notação exponencial para comunicar informações ou quantidades. No mundo tecnológico, representar números muito pequenos ou muito grandes é bastante incômodo, daí a eficácia de recorrer à representação que envolve a notação.

O autor afirma que o uso de potências, sobretudo na representação de números muito grandes ou muitos pequenos, ocorre no mundo real com facilidade, e que, sem o conhecimento de técnicas de cálculo com potência, não há como fazer uma apreciação compreensiva de tais números. Faz-se necessário conectar esses números a elementos de referência para ajudar os alunos a desenvolver uma apreciação compreensiva acerca de potências.

Van de Walle (2009, p. 525), oferece o exemplo a seguir.

> [...] Suponha que os alunos determinem que a população em sua cidade ou município é cerca de 500 000 pessoas. Eles podem então relacionar e imaginar que seriam necessários cerca de 12 500 cidades com o mesmo tamanho da população para gerar toda a população mundial.

Outro exemplo que envolve a representação de números muito pequenos: "O cabelo humano cresce na taxa de 1,6 x $10^{-8}$ quilômetros por hora". Os caracóis de jardim foram medidos com a velocidade aproximada de 4,8 x $10^{-2}$ km/h (VAN DE WALLE, 2009, p. 532).

Nesses exemplos, evidencia-se a utilidade da notação científica na representação de números grandes e pequenos, usados em vários contextos da vida prática, e a validade da aprendizagem de potências.

Para Van de Walle (2009), um expoente de número inteiro é simplesmente uma taquigrafia – uma notação simplificada, ou seja, uma multiplicação repetida de um número por ele mesmo. Para o autor esse é o único conhecimento conceitual preciso. O autor apresenta duas convenções[2] para a potenciação. A primeira diz respeito ao expoente que se aplica à base. Na expressão $3 + 4^2$, o expoente 2 se aplica somente ao numeral 4, representando nessa expressão a igualdade: 3 + (4 x 4). A outra convenção envolve a ordem das operações, ou seja, resolvem-se sempre as operações da multiplicação e divisão antes da adição e subtração, e isto ocorre também com a exponenciação, pois há uma multiplicação repetida.

Segundo Paias (2009), no contexto escolar mais especificamente na disciplina de Matemática, convenção matemática é entendida como regras preestabelecidas que o aluno deve aceitar, como algo imposto, sem explicação, como normas que ele deve adotar. Para Sierra (2002), o termo convenção matemática é utilizado para indicar uma espécie de acordo necessariamente estabelecido para dar coerência a uma teoria matemática e a suas respectivas representações simbólicas e algorítmicas.

Paias (2009) apresenta como convenção matemática para a operação potenciação as seguintes regras:

a) Todo número diferente de zero elevado a zero é igual a 1.
b) Todo número elevado a um é igual a ele mesmo.
c) Números negativos elevados a expoente par têm como resultado um número positivo.
d) Números negativos elevados a expoente ímpar têm como resultado um número negativo.
e) Números positivos elevados a expoente par têm como resultado um número positivo.
f) Números positivos elevados a expoente ímpar têm como resultado um número positivo.

Para Paias (2009) a ideia de convenção matemática é vista como uma regra especial, uma sistematização da definição, uma espécie de acordo que dá coerência a definições. Entre

---

[2] Convenção matemática é diferente de axioma. Em Matemática, um axioma é uma proposição de partida, indemonstrável, porém considerada verdadeira porque parece evidente (HILTON, Japiassu. **Dicionário básico de filosofia.** Rio de Janeiro: J. Zahar, 2006, p. 24). A definição de convenção matemática dada por SIERRA, G. M. Explicación sistêmicas de fenómenos didácticos ligados a lãs convenciones matemáticas de los expoentes. **Relime**, v. 5, n. 1, mar. 2002, refere-se a acordos estabelecidos para dar coerência a uma teoria matemática.

elas, a de potenciação. O aluno procurará uma justificativa para responder a questões como o uso dos expoentes 0 e 1, por exemplo.

### 1.1.4 Resolução de problemas e currículo de Matemática

O estudo da potenciação inicia-se, em geral, no 6º ano do Ensino Fundamental II, com o estudo das operações fundamentais do conjunto dos números naturais. Nos anos subsequentes, costuma ser estudada a potenciação com números racionais e, posteriormente, com números reais. Já no Ensino Médio, em especial no 1º ano, é feito o estudo da função exponencial e da função logarítmica, e na disciplina de Física, se enfatiza a representação da notação científica. Fica evidente a relevância do estudo da potenciação na fase inicial, no 6º ano. Os alunos precisam criar e ampliar significados, e se isto não acontecer, poderão ocorrer enormes falhas ao realizarem essa operação.

Um caminho para a produção e ampliação de significados para a operação potenciação é a resolução de situações-problemas, as quais têm constituído a base do processo de ensino e aprendizagem da Matemática. Possibilitar ao aluno lançar mão de diferentes estratégias para resolver os problemas propostos é permitir-lhe usar os seus conhecimentos e sua criatividade (CARVALHO, 2007).

Segundo Diniz (2001), a resolução de problemas tem sido muito discutida e analisada nas últimas duas décadas, tanto por professores como por pesquisadores, o que remete ao vasto campo de emprego da resolução de problemas. Na concepção da educação contemporânea, o problema pode ser entendido como um instrumento de aprendizagem indispensável à construção do conhecimento (SILVA, 2012, p. 23).

Realizar um trabalho de resolução de problemas matemáticos em conjunto com a potenciação possibilita o desenvolvimento do sentido numérico e apreender o significado desta operação. Para o estudo dos conteúdos que envolvem números e operações, é fundamental a proposição de situações-problema, que possibilitem o desenvolvimento do sentido numérico e a apreensão dos significados das operações (BRASIL, 2001).

De acordo com o PCN de Matemática, a resolução de problemas matemáticos é pouco trabalhada no terceiro ciclo, etapa que inclui o 6º e o 7º anos do Ensino Fundamental II. Isso dificulta, possivelmente, a capacidade do aluno de atribuir significado às operações tratadas nessa etapa.

> Resolução de situação-problema com diferentes tipos de números é pouco trabalhada neste ciclo (e menos ainda no quarto ciclo), não possibilitando aos alunos ampliar ou construir novos significados, seja para a adição/subtração, multiplicação/divisão ou para a potenciação/radiciação (BRASIL, 2001, p. 67).

No entanto, é relevante incluir a resolução de problemas nas abordagens de conteúdos que envolvem números e operações no 6º e 7º anos, pelo fato de possibilitar a construção de novos significados no estudo das operações matemáticas. No terceiro ciclo, é importante que os alunos sejam estimulados a construir e analisar diferentes processos de resolução de situações-problema, e compará-los (BRASIL, 2001).

Na continuidade do estudo dos números naturais, abordados no Ensino Fundamental I, fazem-se necessários novos aprofundamentos, inclusive a aplicação da potenciação.

> Com relação aos números naturais, muitas vezes se considera que o trabalho com eles se encerra no final do segundo ciclo; no entanto, é fundamental que o aluno continue a explorá-los em situações de contagem, de ordenação, de codificação em que tenha oportunidade de realizar a leitura e escrita de números "grandes" e desenvolver uma compreensão mais consistente das regras que caracterizam o sistema de numeração que utiliza (BRASIL, 2001, p. 66).

Carvalho (2007) considera a resolução de problemas o eixo norteador do trabalho matemático e enfatiza a sua contribuição para o desenvolvimento de habilidades e competências que possibilitam a resolução. A autora destaca que um dos problemas do ensino da Matemática é o fato de não se compreendê-la como resolução de problemas. Os problemas impulsionam sempre para uma solução, e a humanidade só avançou movida pelo interesse em resolver problemas. A aprendizagem é resultado do processo de resolução de problemas (VAN DE WALLE, 2009).

A resolução de problemas em consonância com as operações, incluindo com a potenciação, é bastante evidente no PCN de Matemática. Infere-se, portanto, que, para uma boa compreensão das operações, é necessário que os alunos criem novos significados para tais aplicações, o que acontece ao se recorrer à resolução de problemas.

### 1.1.5 Exercícios e problemas

Para Pozo (1998), o exercício é uma atividade de adestramento no uso de alguma habilidade ou conhecimento matemático já familiar ao aluno, é ainda entendido como a aplicação de algum algoritmo ou fórmula já estudada. Ou seja, o exercício envolve a mera aplicação de resultados teóricos, enquanto o problema envolve criação, invenção, de forma significativa.

> [...] um problema se diferencia de um exercício na medida em que, neste último caso, dispomos e utilizamos mecanismos que nos levam, de forma imediata, à solução. Por isso, é possível que uma mesma situação represente um problema para uma pessoa enquanto para outra esse problema não existe, quer porque ela não se interesse pela situação, quer porque possua mecanismos para resolvê-la com um investimento mínimo de recursos cognitivos e pode reduzi-la a um simples exercício (POZO, 1998, p. 16).

Por meio da resolução de problemas, surge o interesse em solucionar o desafio proposto. Essa atitude leva o aluno a raciocinar, a relacionar-se com os colegas a socializar-se em sala de aula, tornando-se mais confiante à medida que encontra as soluções. Para resolver um problema, pressupõe-se que o aluno elabore um ou vários procedimentos de resolução, realize simulações, faça tentativas, formule hipóteses, compare seus resultados com os de outros alunos. Desenvolver um trabalho com enunciado, na perspectiva de resolução de problemas, corresponde a facultar ao aluno ler, interpretar e compreender o enunciado, conforme o sentido e o significado da situação (LIMA, 2012).

Fossa (2001) declara que os conceitos e os procedimentos matemáticos devem ser trabalhados a partir de situações concretas do cotidiano do aluno e abordados com a ajuda de materiais manipulativos. Segundo o autor, é de suma importância familiarizar o aluno com situações concretas, de seu interesse, antes de induzi-lo à abstração, e esta ideia possui validade na resolução de problemas. É preciso, segundo Cândido (2001), despertar o interesse pela descoberta de informações matemáticas desconhecidas para que o aluno tente resolvê-las em situações significativas.

Pensar um roteiro para trabalhar a resolução de problemas faz parte de qualquer planejamento. Ao professor cabe auxiliar seus alunos, o que exige tempo, prática, dedicação e princípios firmes (POLYA, 2006). Baseado na necessidade de traçar um roteiro para o trabalho com resolução de problemas, o autor sugere que, após a compreensão do problema, deve-se conceber um plano que ajude a resolvê-lo. Em outras palavras, cabe perguntar qual é a distância entre a situação da qual se parte e a meta à qual se pretende chegar e quais são os procedimentos mais úteis para diminuir essa distância (POZO, 1998).

Carvalho (2007) sugere a utilização de diferentes recursos para resolver um problema, seja desenhos, gráficos, materiais concretos, ente outros, para possibilitar a ruptura com um ensino matemático linear. Num trabalho com formação de professores, é preciso analisar e interpretar as resoluções dos próprios alunos.

No entanto, as estratégias de resolução dos alunos têm o mesmo peso ou até maior do que o resultado final (FELTES, 2007). A resolução de problemas se baseia no enfrentamento da situação-problema, ou seja, em situações que não possuem solução evidente, o que exige uma combinação de conhecimentos do aluno para solucioná-lo, além da maneira de buscar a solução.

### 1.1.6 O estudo de situações-problema com potenciação

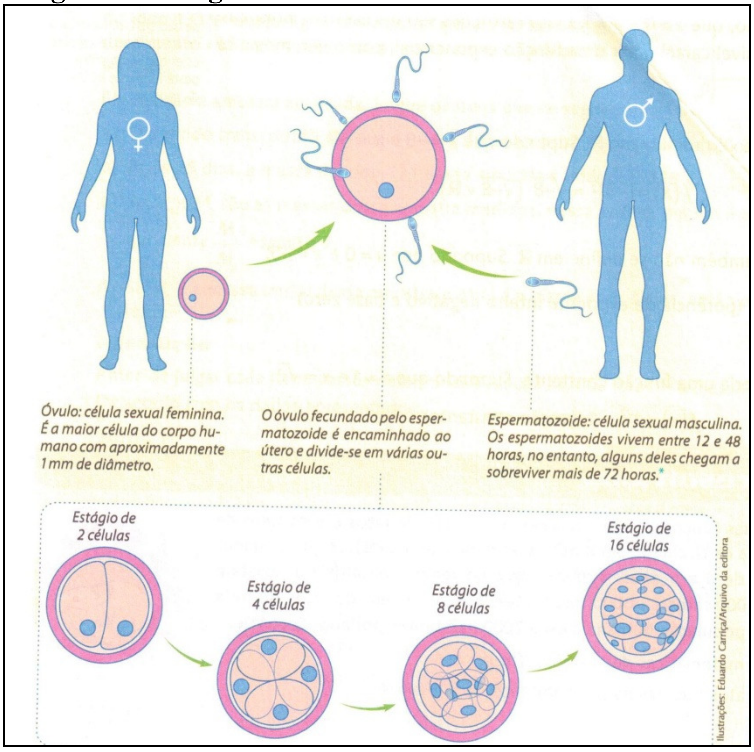
Apresentaremos nesta parte algumas situações-problema, que envolvem a potenciação, com o fim de evidenciar outras formas de abordar esse conteúdo. Alguns exemplos:

> Os glóbulos vermelhos são os componentes sanguíneos responsáveis pelo transporte do oxigênio no corpo humano. Uma pessoa saudável tem cerca de 5 100 000 000 de glóbulos vermelhos por mililitro de sangue. Cada glóbulo vermelho tem, em média, 0,0008 cm de diâmetro (RIBEIRO, 2010, p. 194).

Ribeiro (2010) apresenta o conceito de notação científica dos valores numéricos, ou seja, nessa situação-problema é solicitada a representação, por meio da notação científica, dos valores 5 100 000 000 e do valor 0,0008, que seria: $5{,}1 \cdot 10^{9}$; $8 \cdot 10^{-4}$.

O infográfico a seguir apresenta o processo de reprodução do ser humano, o qual ocorre por meio da união da célula sexual masculina com a célula sexual feminina.

**Figura 1 - Infográfico**




Fonte: Ribeiro (2010, p. 195).

Esse processo ocorre continuamente, formando bilhões de células, as quais irão constitui o organismo humano. Ao observar o esquema, nota-se que a quantidade de células aumenta em uma sequência de potências de base 2:

$2^0, 2^1, 2^2, 2^3, 2^4, 2^5, 2^6, 2^7, 2^8, \ldots$

Essa situação é apresentada com o intuito de trabalhar o conceito de função exponencial. Com base na sequência dada, por meio de uma potenciação, seria possível representar uma função, quando associada à quantidade total de células obtidas a partir de uma única célula, após uma quantidade x de divisões, isto é:

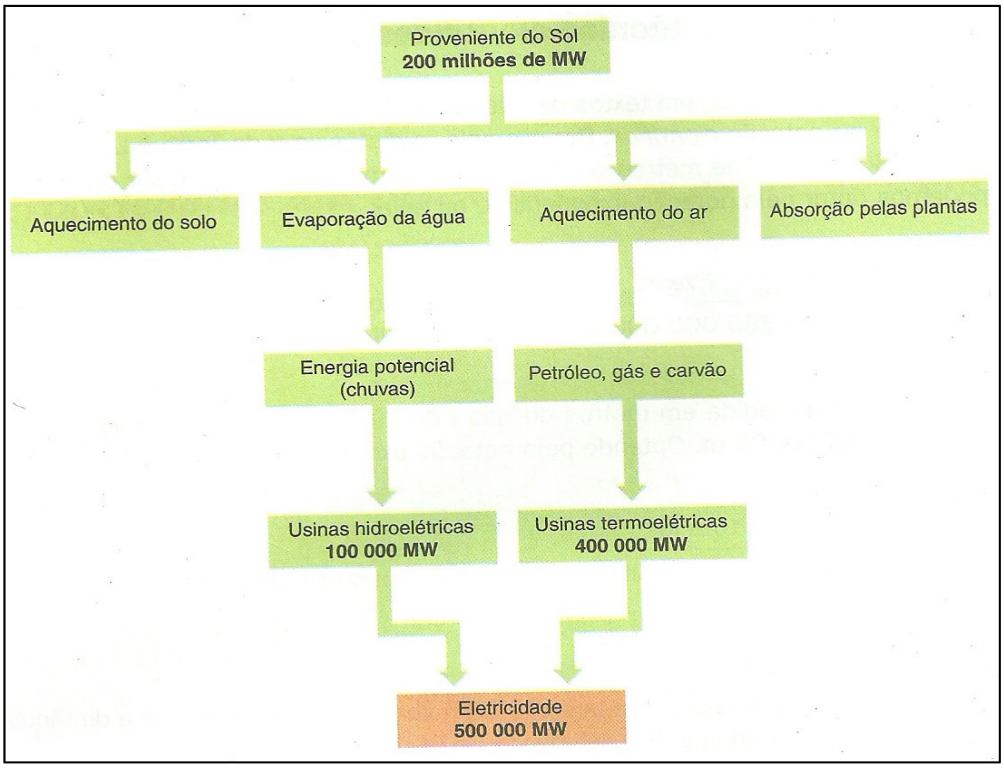
$F(x) = 2^x$, com $\mathbf{x} \in N$

Essa função constitui uma função exponencial.

Chama-se função exponencial toda função $f: R \rightarrow R^*_+$, definida por $f(x) = a^x$, com $a > 0$ e $a \neq 1$.

O diagrama representado na figura 2 mostra a energia solar que atinge a Terra e sua utilização na geração de eletricidade. A energia solar é responsável pela manutenção do ciclo da água, pela movimentação do ar e pelo ciclo do carbono, que ocorre através da fotossíntese dos vegetais, da decomposição e da respiração dos seres vivos, além da formação de combustíveis fósseis.

**Figura 2 – Diagrama da utilização de energia**




Fonte: Xavier e Barreto (2005, p. 218).

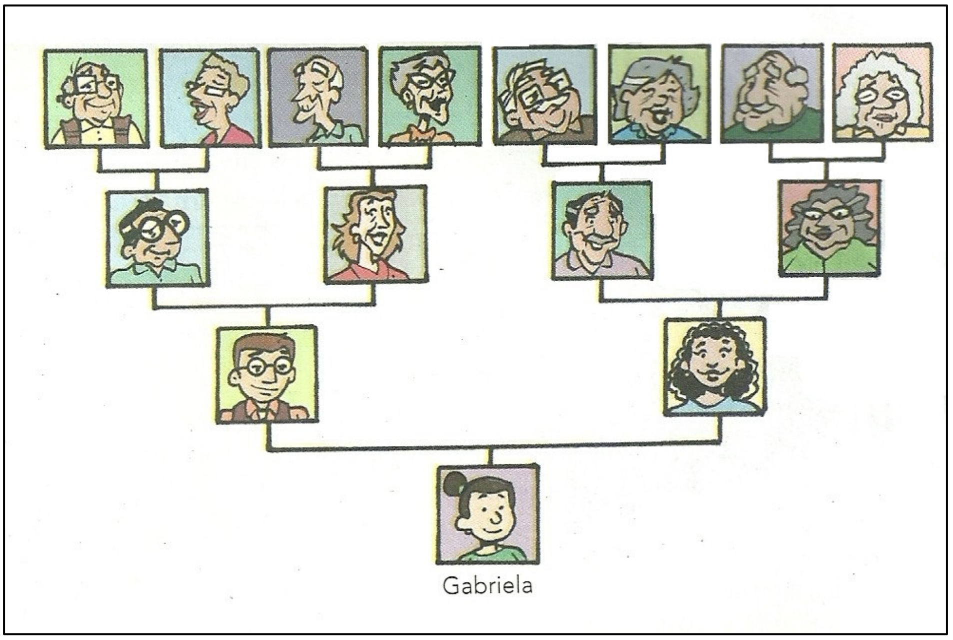
De acordo com o diagrama, a humanidade aproveita na forma de energia elétrica, uma fração da energia recebida como radiação solar correspondente a: $2{,}5 \cdot 10^{-6}$.

Essa situação-problema é uma questão do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), apresentada por Xavier e Barreto (2005), para trabalhar a identificação e interpretação de situações que envolvem o conceito técnico-científico. A resposta corresponde à quantidade de energia proveniente do Sol mais a quantidade fornecida pelas hidrelétricas e termelétricas. Em forma de notação científica: $2{,}5 \cdot 10^{-6}$.

A figura 3, apresenta mais uma possibilidade de trabalhar o conceito de potenciação. Nesta situação problema, busca-se descobrir o número de bisavós que a garota Gabriela possui.

Os bisavós de Gabriela estão todos vivos. Quantos eles são?

**Figura 3 - Árvore genealógica**




Fonte: Iezzi, Dolce e Machado (2005, p. 62).

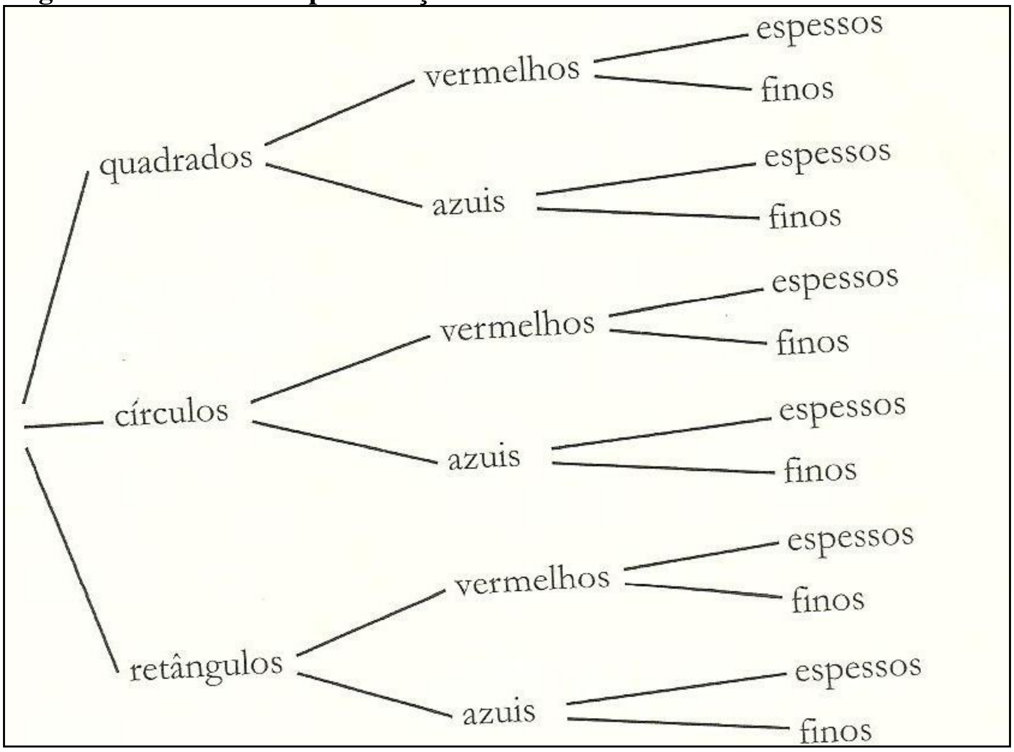
Pode-se observar que Gabriela tem:

- 2 pais (pai e mãe);
- cada um deles tem 2 pais (avós de Gabriela);
- cada um dos avós tem 2 pais (bisavós de Gabriela).

Ao todo, os bisavós de Gabriela são 2 x 2 x 2, portanto, 8.

A questão apresentada é um exemplo que pode ser utilizado para introduzir a potenciação. O professor também pode aproveitar a questão para trabalhar a representação em árvore, apresentada por Vergnaud (2009), o que mantém elos privilegiados com a combinatória, conforme figura 4.

**Figura 4 – Árvore de representação combinatória**




Fonte: Vergnaud (2009, p. 121).

A utilização da representação em árvore contribui para o entendimento da combinatória, que diz respeito à forma organizada de dispor dados de modo a permitir a contagem de elementos ou resultados possíveis.

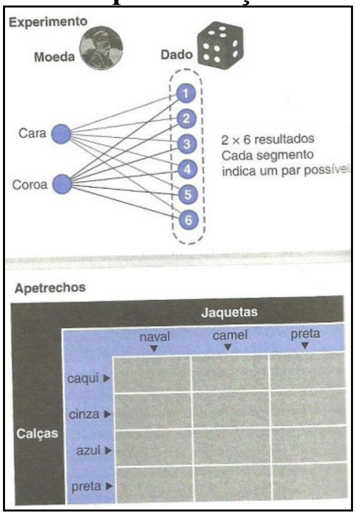
### 1.1.7 Multiplicação

Para este estudo, é importante conhecer a estrutura multiplicativa, pelo fato de a potenciação constituir também uma multiplicação repetida de um número por ele mesmo. De acordo com Van de Walle (2009), os alunos, ao resolverem situações-problema de multiplicações simples, em geral usam mais equações de adição repetitiva para representar os resultados, por desconhecerem a estrutura do simbolismo da multiplicação.

Segundo Nunes (2001), o invariante conceitual do raciocínio multiplicativo é a existência de uma relação fixa entre duas variáveis (ou duas grandezas ou quantidades). Ao se resolver um problema de estrutura multiplicativa, busca-se um valor numa variável que corresponde a um valor dado a outra variável. Entende-se, portanto, que a dedução, na resolução de problemas de raciocínio multiplicativo, deriva da constante relação dessas duas variáveis.

Segundo Van de Walle (2009), o problema de combinação envolve contar o número de possíveis emparelhamentos que podem ser feitos entre dois conjuntos. O resultado desta combinação consiste de pares, um membro de cada par retirado de cada um dos conjuntos dados. Contar a quantidade de combinações de dois ou mais eventos ajuda na determinação de probabilidades, conforme figura 5.

**Figura 5 – Modelo para situação de combinação.**

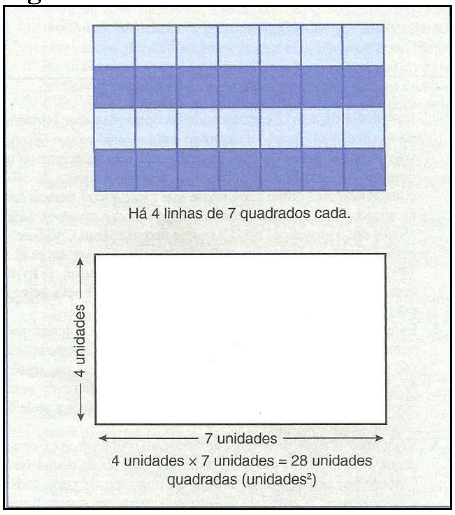



Fonte: Van de Walle (2009, p. 186).

Um exemplo para trabalhar os problemas de combinação seria o da árvore genealógica dos avós de Gabriela, apresentado anteriormente. Alguns problemas de potenciação dão a oportunidade de começar a conceituar combinação.

Os problemas de medida trabalham o produto de dois comprimentos (comprimento x largura), o que constitui uma área, normalmente de unidades quadradas, conforme a figura 6, no qual o comprimento vezes a largura é igual à área.

**Figura 6 – Área**




Fonte: Van de Walle (2009, p. 187).

No caso dos problemas de produto de medida, pode-se trabalhar a noção de área quadrada, que possui as mesmas medidas no comprimento e na largura. Essa seria uma grande oportunidade para iniciar o estudo, da potenciação.

Exemplo: uma área de 5 m de comprimento por 5 m de largura.

Teríamos 5 x 5, ou $5^2$. Isto corresponderia a 25 $m^2$.

Enfim, compreende-se que tais abordagens servem para evidenciar os modelos apresentados no PCN de Matemática do 6º ao 9º ano sobre os conceitos e procedimentos a abordar ao se trabalhar com números e operações. Nesse documento, há orientações que estimulam a análise, interpretação, formulação e resolução de situações-problema, de modo a desenvolver a compreensão dos diferentes significados das operações (BRASIL, 2001).

## 1.2 Conhecimentos docentes

Neste estudo, investigou-se o conhecimento do professor acerca da potenciação durante o processo de ensino e aprendizagem adotando o conceito de conhecimento pautado principalmente nas concepções de Shulman (1986), que diferencia o conhecimento do professor do seguinte modo: conhecimento do conteúdo da matéria; conhecimento da didática do conteúdo da matéria e conhecimento curricular. Para Rumstain (2009, p. 34):

> Segundo Lee Shulman, devemos estudar o conhecimento do professor conforme a disciplina que ele ensina, pois cada área de conhecimento possui suas especificidades. Seus estudos publicados em 1986 identificam três vertentes no conhecimento do professor, no que se refere ao conhecimento da disciplina para ensiná-la: *subject knowledge matter, pedagogical knowledge matter e curricular knowledge.*

Segundo Shulman (1986), o conhecimento do conteúdo da matéria refere-se não somente ao conhecimento do conteúdo, mas se refere a saber organizar esse conteúdo, entender o processo de sua produção, compreendê-lo de formas diversas, para que se possa intercalá-lo a outros tópicos do conhecimento, de forma interdisciplinar. O conhecimento da didática do conteúdo da matéria diz respeito ao método utilizado na apresentação do conteúdo, é o saber identificar o que facilita ou dificulta a aprendizagem de determinado conteúdo, buscando utilizar materiais pedagógicos ou ser menos formal, mais compreensível. Já o conhecimento curricular consiste não apenas no domínio dos conteúdos e dos objetivos propostos no programa em si, mas na capacidade de conhecer e articular um conteúdo que está sendo ensinado com o contexto que o envolve.

É evidente que entender e ter domínio sobre o conhecimento específico que se ensina é um procedimento de suma importância, porém por si só não garante a realização e a concretização do processo de ensino e aprendizagem.

O conhecimento do professor está permeado pelos procedimentos que norteam sua formação. Por isso, é importante que ele tenha uma sólida formação, desde o Ensino Fundamental até a universidade, pois mobiliza esses saberes para desenvolver sua prática pedagógica (CARVALHO, 2009). Conforme Shulman, Wilson e Grossman (2005), a ligação entre o conhecimento específico da matéria e os procedimentos de investigação sobre a relação com a didática, permite entender a necessidade de intercalar outras dimensões de conhecimentos da matéria que são extremamente importantes para os procedimentos de ensino.

### 1.2.1 Conhecimentos dos docentes segundo Shulman

Considerar o conhecimento específico desenvolvido em determinada área de conhecimento como a bagagem necessária e suficiente para os programas de ensino de uma área tem constituído um equívoco, conforme analisado por Shulman, Wilson e Grossman (2005). A formação do professor deve incluir em sua bagagem de conhecimentos outras dimensões de saberes que vão além da especificidade de sua formação em uma licenciatura.

O professor deve durante e após sua formação, compreender que sua profissionalização está moldada por diferentes conhecimentos, além do conhecimento da matéria. O conhecimento específico da área, desenvolvido durante o curso de licenciatura, não é suficiente para preparar um indivíduo para o ensino. O aperfeiçoamento na formação desse profissional ocorre mediante procedimentos didáticos e outros conhecimentos diferentes que possam subsidiá-lo em sua prática.

É importante destacar que a relação entre o conhecimento adquirido pelo professor durante sua formação na licenciatura e os conhecimentos escolares que se propõe ensinar. Muitas vezes, o professor detém conhecimentos específicos que vão além dos necessários à sua prática, mas não se investigam os conhecimentos que farão parte da sua trajetória profissional, nem relacionam esses conhecimentos a outros que poderão subsidiar o processo de ensino.

Alguns autores como Moreira (2010), afirmaram que muitas vezes, na licenciatura de Matemática, os futuros professores estudam conteúdos que vão além do necessário a sua prática. Porém, não se deve desconsiderar o equilíbrio necessário com outros conhecimentos que permitam uma prática pedagógica mais eficiente, não se restringindo a um conhecimento específico. Ainda, observa-se que os especialistas em Matemática realizam cursos de álgebra linear e equações diferenciais, mas estes conteúdos não estão relacionados didaticamente com os assuntos estudados nas escolas, como a aritmética, a geometria, a Matemática comercial e a álgebra, procedimento relacionados à transposição didática. Segundo Pais (2010), a transposição didática é um modelo teórico que possibilita uma leitura dessa possível perda de significado do saber, buscando compreender questões contextuais que surgem nas relações criadas entre as instituições envolvidas.

Os professores, nesse contexto, precisam adquirir, durante sua formação, conhecimentos que os credenciem para o desenvolvimento da aprendizagem. Cabe ao professor intercalar diferentes áreas aos conteúdos trabalhados em aula, porém será o conhecimento global da matéria que determinará a aprendizagem do aluno. Conforme Tardif (2010, p. 230), o professor é o ator de sua prática:

> [...] um professor de profissão não é somente alguém que aplica conhecimentos produzidos por outros, não é somente um agente determinado por mecanismos sociais: é um ator no sentido forte do termo, isto é, um sujeito que assume sua prática a partir dos significados que ele mesmo lhe dá, um sujeito que possui

> conhecimentos e um saber-fazer provenientes de sua própria atividade e a partir dos quais ele a estrutura e a orienta.

Shulman, Wilson e Grossman (2005) enfatiza a necessidade de analisar, investigar a natureza, a forma, a organização e os conteúdos do conhecimento do professor, defendendo a ideia de que o ensino implica a transposição do conhecimento da área para um conhecimento mais adequado ao ensino mais próximo da realidade dos alunos.

Destaca-se como ponto de discussão a ideia de Shulmam, Wilson e Grossman (2005), relacionada à importância da interpretação didática de uma matéria, o que recai no conhecimento do professor e na forma de conciliar as concepções e saberes que o aluno possui sobre a matéria estudada. Para isso, é importante que o professor desenvolva uma compreensão sobre os procedimentos de aprendizagem de seus alunos, a forma como desenvolvem o conhecimento, como entendem o conhecimento que está sendo aplicado e o que já sabem acerca desse conhecimento.

# 2 PROCEDIMENTOS DE PESQUISA

A abordagem de pesquisa adotada nesta investigação foi o estudo de caso, que se constitui em uma pesquisa qualitativa, tendo em vista a realização da análise do caso: conhecimentos docentes dos professores de Matemática do 6º ano do Ensino fundamental II acerca da potenciação.

A abordagem qualitativa parte do pressuposto de que existe uma relação dinâmica entre o real e o sujeito, uma interdependência entre sujeito e objeto. Segundo Chizzotti (2006), o estudo de caso constitui-se em uma busca intensiva de dados de uma situação particular, denominada "caso", que requer uma ampla compreensão, a descrição pormenorizada e a avaliação de resultados e ações, devendo transmitir essa compreensão ao mesmo tempo que instrui decisões.

O estudo de caso busca retratar a realidade, enfatizando a interpretação ou análise do objeto no contexto em que se encontra, mas não permite a manipulação de variáveis e não favorece a generalização (FIORENTINI; LORENZATO, 2009).

Essa abordagem atende às delimitações necessárias para esta investigação. O caso aqui abordado possui relevância e merece ser investigado por apresentar as condições necessárias para a realização de um estudo de caso, desde a possibilidade de efetuar comparações aproximativas, fazer generalizações a situações similares, e inferências em relação ao contexto analisado.

## 2.1 Cenário da pesquisa

A pesquisa foi realizada em escolas pertencentes à 7ª Coordenadoria de Ensino de Alagoas e em escolas municipais de União dos Palmares, com professores licenciados em Matemática e que atuavam no 6º ano do Ensino Fundamental.

Devido à dificuldade de encontrar professores licenciados em Matemática, contou-se com professores de diferentes escolas. Para a organização dos dados, foi adotada a seguinte representação para cada escola: $EE_1$, $EE_2$, $EE_3$, $EE_4$, no caso das escolas da rede pública estadual, e $EM_1$ e $EM_2$, para as escolas da rede pública municipal.

A opção por realizar a pesquisa em quatro escolas da 7ª CRE e em duas escolas do município de União dos Palmares se deveu ao fato do acesso possível a pesquisadora e por se tratar de em uma região carente em pesquisa na área de Educação Matemática, segundo constatações e discussões no GPEM, instituído pelo Programa de Pós-Graduação em Educação da Ufal. A opção pelas diferentes escolas deveu-se à necessidade de dispor de uma quantidade considerável de dados para a pesquisa. Os informantes constantes ao local do estudo podem ser extraordinariamente compatíveis e acessíveis, ou o local pode ser geograficamente conveniente, ou então pode conter uma quantidade extraordinária de dados e documentos (YIN, 2001, p. 100). Sendo neste estudo os professores de matemática os informantes dos dados.

Para a escolha das escolas, foram estabelecidos os seguintes critérios:

1) Pertencerem à 7ª CRE

As escolas foram escolhidas na região central de cada município, para facilitar o acesso, sendo uma escola estadual de cada um destes municípios: São José da Laje, Branquinha, Ibateguara e Santana do Mundaú; as outras duas foram escolas municipais de União dos Palmares.

2) Pertencerem à rede pública

Essa escolha remete ao vínculo de pesquisa com a educação básica. Foram escolhidas escolas da rede pública estadual e da municipal devido à dificuldade de encontrar professores licenciados em Matemática nas duas redes.

3) Facilidade de acesso para o processamento da pesquisa

Nesse item, um fator fundamental foi o fato de os diretores da 7ª CRE e da diretora de ensino da Secretaria Municipal de Educação de União dos Palmares, terem autorizado a pesquisa em suas escolas.

## 2.2 Os sujeitos da pesquisa

Os sujeitos da pesquisa foram seis professores de Matemática que lecionam no 6º ano do Ensino Fundamental, quatro das escolas estaduais: $EE_1$, $EE_2$, $EE_3$, $EE_4$ e dois das escolas municipais $EM_1$ e $EM_2$.

Para efeito de análise dos dados os sujeitos foram classificados da seguinte maneira:

- $PE_1$, $PE_2$, $PE_3$, $PE_4$, para nomear os quatro sujeitos das escolas estaduais.
- $PM_1$ e $PM_2$, para nomear os dois sujeitos das escolas municipais.

Um aspecto relevante foi o empenho demonstrado pelos professores em participar de todas as fases da pesquisa, contando com a participação de alguns de seus alunos. Alguns critérios foram levados em conta para a escolha dos professores participantes:

- já terem realizado o estudo da operação potenciação;
- já terem concluído ou estarem concluindo a licenciatura em Matemática;
- terem experiência de mais de dois anos em sala de aula.

## 2.3 Procedimentos de coleta de dados

O processo de coleta de dados visou a recolha de materiais que contribuam para a análise destes, com o intuito principal de interpretar os conhecimentos docentes dos professores, sujeitos da pesquisa, acerca da potenciação. Há várias formas de interrogar a realidade e coletar informações (FIORENTINI; LORENZATO, 2009, p. 102).

Com vistas a esclarecer os procedimentos de coleta dos dados, convém ressaltar que no momento inicial, logo após o consentimento dado pela Secretaria Municipal de Educação de União dos Palmares para coleta dos dados em duas escolas municipais, bem como o consentimento da 7ª CRE para coleta em quatro escolas estaduais, foi aplicado um questionário junto aos professores de Matemática do 6º ano do Ensino Fundamental que mostraram interesse em contribuir com a pesquisa. Com esse instrumento, foi analisado os dados profissional desses docentes. No segundo momento, foram aplicadas trinta atividades, destas selecionaram-se dezoito atividades por apresentarem estratégias de resolução com uma melhor estrutura, pois houveram atividades sem resoluções. Esse momento da pesquisa foi dividida em duas etapas: 1ª etapa –aplicação das atividades com problemas de potenciação a alunos dos professores. Para este procedimento de coleta de dados foram solicitadas autorizações dos responsáveis dos alunos, visando garantir a integridade das informações colidas ; 2ª etapa – interpretação dos professores acerca das estratégias de resolução dos problemas de potenciação. No terceiro momento, foi realizada uma entrevista semiestruturada ( apêndice C) com os seis professores. As questões levantadas no momento da entrevista semiestruturada possibilitaram a análise dos conhecimentos destes professores nas três dimensões abordadas neste trabalho: conhecimento do conteúdo potenciação, conhecimento da didática do conteúdo e conhecimento curricular. O olhar no trabalho de campo, portanto, é orientado pelas questões e pelo que se pretende investigar (FIORENTINI; LORENZATO, 2009).

Essa modalidade de pesquisa fornece meios para lidar com uma variedade de evidências, já que se recorre a diferentes registros, além dos recursos utilizados na investigação. Para Yin (2001, p. 27), "o poder diferenciador do estudo de caso é a sua capacidade de lidar com uma ampla variedade de evidências – documentos, artefatos, entrevistas e observações –, além do que pode estar disponível no estudo histórico convencional".

## 2.4 Instrumentos de pesquisa

Os instrumentos utilizados para a coleta de dados foram: questionário, atividade com problemas de potenciação e entrevista semiestruturada.

### a) Questionário

A escolha por aplicar um questionário (Apêndice A) aos professores, visou a coleta de informações sobre a formação, o tempo de magistério, a modalidade de ensino, a experiência profissional, e a identificação de outro tipo de formação além da formação inicial. Esse registro ajudou a mapear o seguinte quadro com dados profissional dos professores participantes da pesquisa.

**Quadro 2 – Dados profissionais**

| Professor | Formação Acadêmica e data de conclusão | Tempo de Magistério | Modalidade que ensina | Setor que atua | Série que leciona | Local da escola | Se participa de formações | Formações realizadas |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $PE_1$ | Matemática Conclusão: 2000 | 14 anos | EF[4] e EM[5] | Público Municipal e Estadual | 6º ao 9º ano; EM | Santana do Mundaú | Sim | Congresso em Ed.Matemática; Curso Software: Geogebra |
| $PM_1$ | Matemática Conclusão: 2007 | 8 anos | EF e EM | Público Municipal e Estadual | 6º ano; EM | União dos Palmares | Sim | Formação Sobre o ENEM; Especialização em Ensino da Matemática |
| $PE_2$ | Matemática Conclusão: 2006 | 10 anos | EF e EM | Público Municipal e Estadual | 6º; 8º e 9º ano | Branquinha | Sim | Curso sobre Resolução de Problemas; Prova Brasil; Inclusão Social na Sala; Especialização em Ensino da Matemática |
| $SEE_3$ | Matemática Conclusão: 2008 | 5 anos | EF e EM | Público Municipal e Estadual | 6º; 7º e 8º | Ibateguara | Sim | Curso sobre Procedimentos de ensino |
| $PE_4$ | Matemática Concluindo | 2 anos | EF | Público Estadual | 6º | São José da Laje | Sim | Palestras; Congressos e Seminários sobre Educação Matemática |
| $PM_2$ | Matemática Conclusão: 2010 | 10 anos; 1ano como Professora de Matemática | EF | Público Municipal | 6º e 7º ano | União dos Palmares | Sim | Oficina sobre Sistema de Numeração Decimal; Ciências Naturais |

Fonte: Autora, 2012.

## b) Atividade com problemas de potenciação

A atividade aplicada pelos professores e a pesquisadora aos alunos foi composta por cinco problemas envolvendo potenciação, cujos enunciados foram retirados de livros didáticos do 6º ano do Ensino Fundamental. A aplicação aconteceu em duas etapas: na primeira etapa a resolução dos problemas de potenciação; na segunda etapa a interpretação dos professores acerca das estratégias de resolução problemas de potenciação, sendo agendado um momento com os professores. Estas interpretações serviram como dados de análise.

Para a interpretação das estratégias de resolução dos problemas de potenciação, os professores receberam esta orientação:

**Quadro 3 – Questão abordada aos professores**

| |
|---|
| Professor, faça uma interpretação dos problemas de potenciação desenvolvidos por seus alunos e como resolveram os problemas, do como deveriam resolver os problemas, que conteúdos matemáticos foram necessários para resolver os problemas e que conteúdos poderiam ser estudados a partir desses problemas de potenciação. |

Fonte: Autora, 2012.

A metodologia trabalhada nesta pesquisa atende aos interesses de estudos que, segundo Fiorentini e Lorenzato (2009), vêm sendo desenvolvidos sobre os conhecimentos profissionais dos professores desde os finais de 1980. Segundo esses autores, baseados em estudos recentes, parte-se da ideia de que os professores produzem saberes práticos sobre matemática escolar, currículo, atividade, ensino, aprendizagem, e que esses saberes se transformam de forma contínua, sobretudo quando esses profissionais refletem ou investigam sobre sua prática.

Entre as trinta atividades aplicadas foram selecionadas dezoito atividades, sendo três de cada professor. Para facilitar a análise das interpretações dos professores participantes, as atividades foram classificadas da seguinte maneira:

**Quadro 4 – Classificação das atividade**

| REGISTROS DAS INTERPRETAÇÕES DOS PROBLEMAS DE POTENCIAÇÃO | ATIVIDADE | PROFESSOR | ESCOLA |
|---|---|---|---|
| $A_1PE_1$, $A_2PE_1$, $A_3PE_1$ | atividades 1, 2 e 3 | professor 1 | Escola Estadual 1. |
| $A_1PE_2$, $A_2PE_2$, $A_3PE_2$ | atividades 1, 2 e 3 | professor 2 | Escola Estadual 2 |
| $A_1PE_3$, $A_2PE_3$, $A_3PE_3$ | atividades 1, 2 e 3 | professor 3 | Escola Estadual 3 |
| $A_1PE_4$, $A_2PE_4$, $A_3PE_4$ | atividades 1, 2 e 3 | professor 4 | Escola Estadual 4 |
| $A_1PM_1$, $A_2PM_1$, $A_3PM_1$ | atividades 1, 2 e 3 | professor 1 | Escola Municipal 1 |
| $A_1PM_2$, $A_2PM_2$, $A_3PM_2$ | atividades 1, 2 e 3 | professor 2 | Escola Municipal 2 |

Fonte: Autora, 2012.

Como os problemas contribuíram para a análise da categoria conhecimento do conteúdo potenciação, fez-se necessário separá-los em itens:

**Item 1: Problemas de potenciação que envolvem sequência multiplicativa**

a) Primeiro problema de sequência multiplicativa:

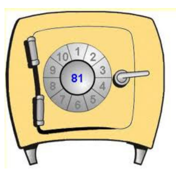
**Quadro 5 – Problema 1**

Atividade:

1º) Marizilda decidiu fazer economia durante 10 dias, deste modo:

No 1º dia economizou 2 centavos, no 2º dia 4 centavos, no 3º dia 8 centavos. E assim por diante, cada dia separando o dobro do dia anterior.

a) Qual a quantia que ela economizou no 7º dia, em reais?

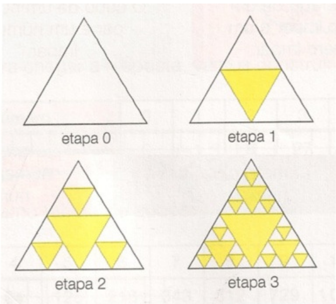



Fonte: Adaptado pela Autora do livro Guia de estudo proformação: módulo III (2000, p. 43).

b) Segundo problema de sequência multiplicativa

**Quadro 6 – Problema 4**

4º) Nesta sequencia de triângulos, cada triângulo branco origina quatro outros triângulos: três brancos e um amarelo:




a ) Quantos triângulos brancos aparecerão na etapa 4?

b ) E na etapa 7?

c ) Expresse a quantidade de triângulos brancos dessa sequencia em forma de potências de base 3.

Fonte: Adaptado pela Autora do livro **Guia de estudo proformação**: módulo III (2000, p. 43).

Esse item engloba dois problemas de sequência multiplicativa. Trata-se dos problemas 1 e 4. O problema 1, a partir de uma sequência multiplicativa, desenvolve a definição de potenciação, e ainda oferece subsídios para abordar matemática financeira, medidas de tempo (calendário), o campo multiplicativo, expressões numéricas que envolvem potenciação. A contextualização desse problema de potenciação depende da abrangência de conhecimentos que o professor inserir nele.

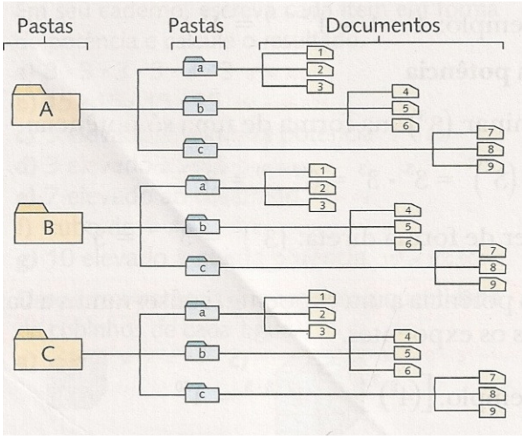
O problema 4 também trabalha uma sequência multiplicativa, com as mesmas características do problema 1. Oferece subsídios para tratar o campo multiplicativo, expressões numéricas que envolvem potenciação, além de se reportar ao contexto histórico de matemáticos que já desenvolveram cálculos com esse mesmo raciocínio, como também proporciona uma oportunidade de trabalhar com medidas e formas geométricas.

**Item 2: Problemas de potenciação que envolvem o princípio fundamental de contagem (PFC)**

a) Primeiro problema envolvendo o princípio fundamental de contagem

**Quadro 7 – Problema 2 (PAREI AQUI)**

2º) Veja como Joana organizou seus documentos no computador:




Joana abriu três pastas: A, B e C. Depois, para cada uma dessas pastas, ela abriu outras 3 (**a**, **b** e **c**), e dentro de cada uma destas colocou 3 documentos.

Agora escreva na forma de potência, o número de documentos que Joana tem.

Fonte: Projeto Araribá: 5ª série (2006, p. 66).

b) Segundo problema envolvendo o princípio fundamental de contagem

**Quadro 8 – Problema 3**

3º) Resolva o problema:

Uma mensagem de Natal foi espalhada via telefone celular. Caio enviou para Aline, que enviou para mais 3 pessoas; cada uma dessas 3 pessoas enviou para outras 3, que, por sua vez, enviaram para outras 3.

a) Quantas mensagens foram enviadas? Escreva a resposta como uma adição de potências e, então calcule o número de mensagens.

Fonte: Projeto Araribá: 5ª série (2006, p. 66), adaptado pela autora deste estudo.

Nesse item os dois problemas envolvem contagem. O problema 2 oportuniza trabalhar o princípio multiplicativo, ou seja, o (PFC). Permite escolher a forma mais adequada de organizar números e informações para contar os casos possíveis não como uma fórmula, mas como um processo de construção de um modelo simplificado da situação.

O problema 3 oferece condições para trabalhar o campo multiplicativo intercalado à definição de potenciação, além de provocar a construção de expressões numéricas que envolvem potências e permitir trabalhar a ideia de combinação. O problema gera uma discussão sobre a possibilidade de desenvolver ações em aparelhos tecnológicos (celular) que resultam numa situação que envolva potenciação. São múltiplas as possibilidades de realizar um estudo com esse problema de potenciação, e é justamente neste ponto que se lança mão do repertório de conhecimentos que o professor possui acerca do conteúdo estudado.

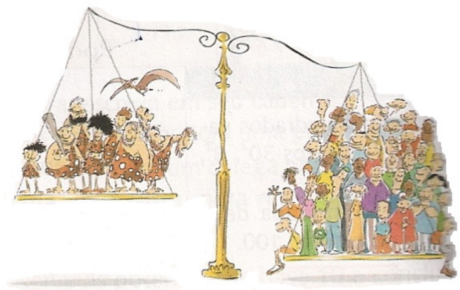
**Item 3: Problemas de potenciação que envolvem notação científica**

a) Primeiro problema que envolve notação científica

**Quadro 9 – Problema 5**

5º) Leia com atenção o texto seguinte:

Em **10.000** a.C., fim da era glacial, os seres humanos viviam em cavernas e dependiam de caça, pesca e frutas para viver. Estima-se que, então, a população mundial era de **4.000.000** de habitantes. Hoje a população mundial ultrapassa **6 bilhões** de habitantes, e estima-se que, 2050, chegue a **9 bilhões**.



Para expressar 4.000.000 usando potências de base 10, fazemos a seguinte decomposição:

$4.000.000 = \{4 \cdot 1.000.000\} = 4 \cdot 10^6$

Escreva, usando potências de base 10, os outros números destacados no texto acima.

Fonte: Projeto Araribá: 5ª série (2006, p. 66).

Nesse item, foram analisadas as interpretações dos professores referentes ao problema 5, que permite iniciar um estudo a respeito da notação científica por meio da potenciação, como também oferece suporte para o estudo da potenciação de base 10, a fim de se trabalhar estimativas populacionais, escrita e representação numérica e outras informações que o professor, dentro de seu repertório de conhecimentos, possa aproveitar para ampliar a capacidade de aprendizagem de seus alunos.

As estratégias de resolução elaboradas pelos alunos durante a realização da atividade com problemas de potenciação e interpretadas pelos professores contribuíram para a análise dos conhecimentos que esses docentes possuem acerca do conteúdo potenciação. Neste sentido, o uso do método de análise do conteúdo é de grande relevância, visto que a possibilidade de o pesquisador fazer inferências é um recurso de grande utilidade (FRANCO, 2008).

Nos problemas de potenciação, as estratégias de resolução de problema representam os registros traçados pelos alunos no momento da realização da atividade, tais como: desenhos, esquemas, gráficos etc. Um dado sobre o conteúdo de uma mensagem deve, necessariamente, estar relacionado, no mínimo, a outro dado (FRANCO, 2008).

**c) Entrevista semiestruturada**

Após a aplicação das atividades, agendaram-se as entrevistas semiestruturada com os professores. Nas entrevistas, diferentemente do questionário, foi-lhes dada a possibilidade de relatar os procedimentos e as metodologias didáticas utilizadas para trabalhar o conteúdo potenciação, como também falar sobre o uso da resolução de problemas, sobre sua formação e seus conhecimentos curriculares. Foram ainda coletados dados sobre a abordagem do conteúdo potenciação durante os estudos, desde a educação básica ao curso de formação inicial.

> [...] o professor ao relatar suas experiências aos outros aprende e ensina concomitantemente. Aprende porque, ao narrar, organiza suas ideias, sistematiza suas experiências e produz novos aprendizados. Ensina, porque o outro, frente às narrativas de experiências do colega, pode (re)significar seus próprios saberes e experiências (FIORENTINI; CRISTOVÃO, 2010, p. 30).

As entrevistas foram gravadas em áudio, com duração média de 30 minutos por professor entrevistado, e transcritas integralmente por esta pesquisadora. Foram realizadas nas escolas na qual cada professor atua. O dia e a hora das entrevistas foram combinados conforme a disponibilidade dos professores participantes e da equipe pedagógica que esteve ciente do andamento desta pesquisa. Os professores foram resguardados de quaisquer constrangimentos, acordo firmado deste o momento da aceitação da pesquisa e da assinatura do TCLE, que lhes garante sigilo e respeito ético no que se refere aos dados informados e à sua identificação.

## 2.5 Procedimentos para análise dos dados

A etapa de análise das informações obtidas no trabalho de campo ou levantadas a partir de documentos é uma fase fundamental da pesquisa (FIORENTINI; LORENZATO, 2009). No caso específico deste estudo, na análise dos dados, buscaram-se nas mensagens apresentadas pelos professores, elementos que possibilitassem a compreensão dos conhecimentos docentes acerca de potenciação. Para tal, a análise constou duas etapas:

- 1ª etapa – Análise dos questionários e das entrevistas semiestruturadas. Buscou-se avaliar a formação docente, o conhecimento da didática do conteúdo e o conhecimento curricular realizando uma amálgama com os demais instrumentos de pesquisa.
- 2ª etapa – Análise das interpretações feita pelos professores, das estratégias utilizadas pelos alunos na resolução dos problemas de potenciação, buscando investigar os conhecimentos docentes acerca do conteúdo potenciação.

Para a compreensão dos dados obtidos neste estudo, foram estabelecidas as seguintes categorias:

- **conhecimento da didática do conteúdo** – para evidenciar os dados que apontavam indícios sobre os procedimentos e as metodologias didáticas trabalhados com potenciação;
- **conhecimento do conteúdo potenciação** – para evidenciar os dados sobre o conhecimento dos professores a respeito do conteúdo potenciação;
- **conhecimento curricular** – apontar indícios acerca do conhecimento curricular.

Com a divisão em categorias, objetivou-se identificar elementos que contribuíssem para confirmar e/ou refutar o que se estabeleceu de antemão como pressupostos, pois o foco de análise diz respeito aos conhecimentos docentes dos professores acerca da potenciação. A análise dos dados coletados, exigiu a utilização de critérios claramente definidos sobre registros fornecidos pelas pessoas interrogadas; tais critérios consideram as palavras utilizadas nas respostas, as ideias ou opiniões expressas e as interpretações e justificativas apresentadas (FIORENTINI; LORENZATO, 2009).

# 3 ANÁLISE DOS DADOS DA PESQUISA

As análises desta pesquisa foram realizadas com base nas entrevistas semiestruturadas, nas interpretações realizadas pelos professores de matemática a partir das atividades que envolveram os problemas de potenciação e por meio dos dados profissionais encontrados no questionário. Com estas informações buscou-se desvelar o conhecimento dos professores do 6º ano do Ensino fundamental acerca do conteúdo, da didática e do currículo ao abordar o conteúdo potenciação.

## 3.1 A formação em Matemática

Ao serem convidados, na entrevista e no questionário, a falar de sua formação em Matemática, os professores $PE_2$, $PM_2$ e $PE_3$ revelaram que as experiências vividas na formação inicial pouco contribuíram para sua prática em sala de aula, atribuindo o seu sucesso aos estudos realizados fora da graduação, bem como as experiências adquiridas na prática escolar.

> [...] durante a formação tive várias experiências com outros alunos, mas que se não fosse pelo esforço meu, não tinha tido sucesso ($PE_2$).
> [...] faculdade à distância eles exigem muito do aluno. O aluno quase não tem professor, um orientador em sala, e ele tem que buscar, tem que correr atrás desse conhecimento ($PM_2$).
> Minha formação como professora de Matemática começou com o magistério e depois veio a graduação em Matemática, como venho participando sempre de capacitações para aperfeiçoar meu trabalho ($PE_3$).

Depreende-se, pela fala do professor $PM_{2,}$ que se faz necessária, durante toda a formação, a busca por novos conhecimentos, novas possibilidades de aprender e ensinar. Foi no ensino a distância esse professor percebeu tal necessidade.

> É importante considerar os perfis dos participantes que irão estudar na modalidade à distância, no sentido de que as características desejadas para ingressar neste tipo de programas contemplem as capacidades para o auto estudo e motivação que lhes permita superar os obstáculos inerentes à modalidade, assim como um domínio acessível das habilidades para utilizar os recursos das TIC, incluindo os ambientes virtuais de aprendizagem (MERCADO, 2007, p. 1 - 2).

É importante aproveitar essa fala do professor $PM_2$ para ressaltar a relevância da formação docente por meio de aparatos tecnológicos que propiciam ao docente a interação com outros profissionais e permitem a quebra de tabus sobre o ensino à distância

> Nesse sentido, a ênfase na criação de espaços colaborativos de construção de aprendizagens no próprio ambiente escolar, mediante projetos de inovação e intercâmbio entre as instituições de ensino (escolas e universidades), a construção coletiva dos saberes docente e a reflexão sobre a prática e sobre a realidade educativa e social são alguns caminhos que podem contribuir para um processo de formação profissional mais integrado à realidade educacional da prática docente (COSTA; LINS, 2010, p. 459).

O professor $PE_1$ expressou, durante a entrevista, a necessidade de realizar um curso complementar ao da licenciatura em Matemática, o que leva a concluir que considerou a formação inicial insuficiente, pois: "Em 2002 fiz pós-graduação em Educação Matemática e de lá pra cá venho fazendo minicursos pra complementar ($PE_1$)".

O professor $PM_1$ destacou que sua formação como professor de Matemática começou bem antes de concluir a graduação: " terminei em 2006 e antes de concluir já lecionava em escolas estaduais". Já o professor $PE_4$ apenas declarou que concluiu sua licenciatura em uma faculdade à distância: "Sou licenciada por uma faculdade à distância".

Nesse primeiro apontamento da entrevista, percebe-se que os professores apontam a insuficiência da formação inicial e o fato de não garantir o sucesso em sala de aula. De acordo com Pereira (1999, p. 117):

> Em discussão recente sobre a formação docente, realizada na UFMG, intelectuais brasileiros e estrangeiros, de reconhecida produção acadêmica no campo educacional, expuseram a necessidade de uma articulação efetiva entre pesquisa, formação inicial e formação continuada dos profissionais da educação.

Nesta pesquisa, os seis professores deixaram evidentes aspectos que também foram apontados por pesquisadores da UFMG. Comentaram que a formação inicial não é suficiente para o desenvolvimento da prática pedagógica em sala de aula. Os resultados desta pesquisa confirmam essa necessidade de articulação entre a formação teórica e as experiências em sala de aula. A caracterização do conhecimento do professor está vinculada ao uso que faz do seu conhecimento nas situações de ensino (BLANCO, 2003).

Ressalte-se, que os docentes participantes desta pesquisa, lecionam Matemática na rede pública estadual e na municipal e todos são licenciados em Matemática; somente o professor $PE_4$, está concluindo o curso.

Todos os professores participam de formação continuada, e os professores $PM_1$ e $PE_2$ possuem especialização em Ensino da Matemática. Os professores $PE_1$, $PM_1$, $PE_2$ e $PE_3$ têm experiência profissional tanto no Ensino Fundamental como no Ensino Médio, e os professores $PE_4$ e $PM_2$, apenas no Ensino Fundamental.

Evidenciou-se nos dados apontados na análise dos questionários e da entrevista que esses professores possuem titulação e experiência profissional que lhes possibilitam a ampliação de conhecimentos dentro da sua área de atuação. É importante, ainda, pensar na formação de um professor que compreenda os fundamentos das ciências e explore uma visão ampla dos saberes (PEREIRA, 1999).

## 3.2 Potenciação durante os estudos na Educação Básica e na Formação Inicial

Na entrevista, buscou-se especificar como os professores apropriaram-se do conteúdo potenciação em seus estudos, desde a Educação Básica até a Formação Inicial em Matemática.

O professor $PE_1$ declarou que o estudo da população de bactérias foi priorizado em sua licenciatura, assim como o estudo da notação científica em consonância com o estudo de Física. Isso revela não apenas um conhecimento do conteúdo, mas um conhecimento intercalado a outras áreas de conhecimento, como apontado por Shulman (1986).

> Na licenciatura a gente observa que pode trabalhar a potenciação com estudo da população de bactérias. Bem, na verdade a maioria que trabalha com população de micro-organismos pode fazer uma relação. Também podemos trabalhar em física com notação científica, que é muito necessário e facilita bastante o processo em determinados assuntos em Física ($PE_1$).

No caso do professor $PM_1$, os estudos sobre potenciação aconteceram na licenciatura, sendo priorizada no estudo de problemas, inclusive de probabilidade e de geometria. Ressalta então a utilidade da potenciação interligada a noções de probabilidade e combinatória como exposto anteriormente na fundamentação teórica. “Bem, na graduação se vê tudo. Vai do início da noção de potenciação até “n” problemas da potenciação, inclusive de probabilidade, com geometria, ou seja, a potenciação está em tudo na Matemática, e é fundamental na Matemática ($PM_1$)”.

Os professores $PE_2$ e $PE_4$ declararam que tal conteúdo foi visto de forma bem específica, interligado apenas a conteúdos matemáticos:

> [...] derivadas e outros assuntos necessitou de potenciação, até quando sistemas de equações do 2º grau ($PE_2$).
> Multiplicação de fatores iguais e funções exponenciais ($PE_4$).

Esses dados foram completados com a fala dos professores $PE_3$ e $PM_2$, que declaram que o estudo de potenciação foi feito de forma superficial na Formação Inicial, não favorecendo o preparo para o trabalho na sala de aula.

> Foi estudado por alto, e quando eu iniciei como professora não tinha um bom entendimento sobre potenciação. O professor chegava à sala de aula, enquanto era aluna e falava vamos achar oito ao quadrado, e eu não sabia do que se tratava, a gente aprendeu por alto. Depois, quando a gente começa a estudar os livros pra dar aula, a gente vê que é bem fácil ($PE_3$).
> Na licenciatura a potenciação foi vista de maneira superficial ($PM_2$).

Esses dados revelam as dificuldades de alguns professores em lidar com a potenciação na Educação Básica, devido à fragmentação do estudo na Formação Inicial.

> Assim sendo, as instituições formadoras do professor da escola básica devem estar atualizadas nos resultados da pesquisa em sua área, para poderem trabalhar o conhecimento, em sala de aula, no estado em que ele se encontra e no momento em que ele está sendo ensinado. Devem estar, também, atualizadas nos processos de aprendizagem desse conhecimento específico. (PEREIRA, 1999, p. 119).

Nesta análise, percebe-se a necessidade de validar na prática os resultados das pesquisas apresentadas pelos programas que envolvem a docência nos cursos de Matemática das IES, criando um intercâmbio entre pesquisa e sala de aula para contribuir na formação do licenciado em Matemática. O problema é que a teoria desconectada da prática tende a centrar-se nos seus próprios problemas e facilmente se deixa enredar em formalismos (PONTE, 2010).

## 3.3 Experiência profissional com alunos do 6º ano e conteúdos priorizados

Na entrevista, quando questionados sobre suas experiências com o 6º ano, os professores comentaram que os alunos trazem do Ensino Fundamental I uma grande dificuldade em relação às quatro operações, o que tem dificultado a elaboração de um planejamento que possa corrigir tais deficiências.

> A minha experiência a princípio, eu até hoje acho dificultosa, porque os alunos do 6º ano, quando chegam no 6º ano, não dominam as quatro operações. Isso faz com que o professor tenha dificuldade com a turma, tenha dificuldade pra trazer uma nova metodologia ($PM_2$).
> Quando eu inicio com o 6º ano do Fundamental, sempre tento chegar até o 9º ano com eles, porque aí quando chego ao Ensino Médio eu teria uma noção de quais são os desejos e perspectivas que o aluno criou durante esse tempo, e aí não vai haver uma quebra na aprendizagem quando passar para o outro professor. Bom, os

> conteúdos que eu priorizo são situações-problema com as quatro operações. Tento não trabalhar a forma mecânica, se bem que de vez em quando é necessário, para complementar o estudo ($PE_1$).
> Eu estou aprendendo, só que eu estou priorizando a parte mais das operações, que é fundamental ($PM_1$).
> A minha experiência no 6º ano é bem difícil, porque fui adaptado a trabalhar com alunos do Ensino Médio e estou me readaptando a trabalhar com crianças. O 6º ano é uma coisa assim que tem que começar, como diz o matuto, do começo mesmo. Tem que ter uma base aperfeiçoada, porque as dificuldades deles e a cultura deles não permitem um aprendizado tão grande. E todos os conteúdos que a gente prioriza são potenciação, radiciação e expressões numéricas que envolvam esses conteúdos, além das quatro operações: adição, subtração, multiplicação e divisão, que há uma grande dificuldade por não haver uma base bem construída por outros profissionais ($PE_2$).
> As experiências são novas a cada dia, a cada ano um novo desafio. Os alunos nunca do mesmo jeito, sempre diferentes, cada um com um nível diferente do outro. E o conteúdo que deve ser priorizado é a multiplicação e divisão ($PE_{3)}$.
> É uma experiência brilhante. Em relação ao conteúdo priorizo figuras geométricas, pois trazem muitas explicações, situações cotidianas ($PE_4$).

A estrutura curricular do conteúdo abordado possibilitou depreender elementos que evidenciaram a ausência de um conhecimento pedagógico que possa contribuir para superar as dificuldades enfrentadas no 6º ano. Com exceção a declaração do professor $PE_4$ que se apropria de exemplos da geometria e situações-problema para auxiliar na compreensão do conteúdo estudado. Pois além dos conhecimentos sobre a disciplina, o professor deve ter o conhecimento dos modos de aprendizagem, dos interesses, das necessidades e das dificuldades dos alunos, além de possuir um repertório de técnicas de ensino e competências de gestão da sala de aula (RUMSTAIN et al., 2009).

## 3.4 A potenciação a partir da resolução de problemas

Ao serem questionados, na entrevista, acerca de suas experiências com relação ao conteúdo potenciação a partir da resolução de problemas, nem todos os professores afirmaram ter adotado tal proposta, em suas aulas.

> Não, já trabalhei, mas muito pouco, sempre com recursos mecânicos**.** Mas as quatro operações já trabalhei com resolução de problemas; agora, potenciação, não ($PE_1$).
> Não, na verdade quando o trabalho chegou estava no andamento do assunto, iniciando potenciação, e algumas dificuldades de resolver foi devido a isso, não tinha trabalhado problemas com potenciação, eu estava na base, mostrando o que é base e expoente ($PE_2$).
> Não, trabalhei a potenciação, introduzi a base da potenciação, explicando o que é a base, o expoente, as propriedades de potenciação, mas confesso que deixou a desejar porque os alunos não demonstraram um aprendizado que pra mim seja considerado satisfatório ($PM_2$).

Os professores $PM_1$, $PE_3$ $PE_4$ afirmaram ter adotado a proposta, porém ressaltam que a experiência só foi positiva com alguns alunos.

> No momento trabalhei com poucos problemas, mas a introdução, aquela parte didática do livro, sem muito problema ($PM_1$).
> Já trabalhei. Com alguns alunos a experiência foi a esperada, mas para maioria a da turma não foi como deveria ter sido ($PE_3$).
> Sim, já trabalhei. Porém, nos resultados, percebi grandes dificuldades ($PE_4$).

Percebe-se que tais sujeitos não identificam a resolução de problemas como eixo norteador de ensino e aprendizagem em Matemática. Na análise das entrevistas, foi possível verificar que os professores que não trabalham com resolução de problemas limitam-se a exercícios com cálculos, sem praticamente nenhuma mediação pedagógica.

Os professores que declararam trabalhar a proposta de resolução de problemas apresentaram um problema como um simples exercício. Seus procedimentos metodológicos não atenderam aos critérios estabelecidos nas propostas curriculares, ou seja, não adotaram procedimentos que levassem os alunos a criar estratégias para encontrar a solução. Apenas utilizaram a resolução de problemas para resolver problemas com as quatro operações. Todas essas questões acabam refletindo na interpretação dos problemas, porque se pensa a Matemática como atividades, exercícios e problemas, sem considerar que para aprender Matemática é preciso aprender a resolver problemas (CARVALHO, 2007).

## 3.5 Dificuldades dos alunos do 6º ano e ensino médio com relação ao assunto potenciação

Ao serem interrogados, na entrevista, a respeito das dificuldades de seus alunos com relação ao conteúdo potenciação, os professores revelaram novamente em suas falas que essas dificuldades decorrem da falta de qualidade do ensino no Ensino Fundamental 1, o que dificulta que tenham uma base satisfatória em relação às quatro operações. “A dificuldade todinha são as quatro operações. Sabendo elas, as quatro operações, e principalmente a multiplicação, para eles a potência se torna uma coisa bem legal, bem tranquila ($PM_1$)”.

O professor $PM_1$ aponta ainda a deficiência na qualificação dos professores que trabalham com os alunos no Ensino Fundamental, que não se preocupam em lidar com essas dificuldades de aprendizagem. “É uma coisa que vai se prolongar por muito tempo se não tiver uma prioridade em iniciar essas séries com pessoas qualificadas ($PM_1$)”.

O professor $PE_2$ declarou que os alunos não sabem para que utilizar o conteúdo potenciação, o que vem da base (1º ao 5º ano), e os professores dos anos iniciais não sabem Matemática. A problemática transforma-se em uma bola de neve que atinge o Ensino Médio.

> Não ter uma visão de como utilizar o conteúdo é uma das dificuldades dos alunos. Você passa o assunto e eles não sabem pra que utilizar esse assunto. Então uma das maiores dificuldades é a base, porque é feito da seguinte forma: os professores que não dominam a Matemática ensinam de 1ª a 4ª série, ou seja, do 1º ao 5º ano. Se o professor não sabe Matemática, como ele vai passar para os alunos? Se não tem uma base perfeita, vai criar uma bola de neve e o problema vai sempre aumentando ($PE_2$).

As falas dos professores apontam a falta de preparo e as dificuldades dos professores da primeira fase do Ensino Fundamental (1º ao 5º ano) com os alunos para a aprendizagem das operações básicas. Evidencia-se a relevância de disponibilizar horas de estágio supervisionado em Matemática nos anos iniciais, conforme proposta de Carvalho (2012) na Licenciatura de Matemática da Ufal:

> Propiciar horas de estágios a alunos da Licenciatura em Matemática na dinâmica dos anos iniciais possivelmente favorecerá a compreensão deles acerca deste segmento educacional e, quando formados, um dos anos do Ensino Fundamental em que os licenciados em Matemática atuarão será o 6º ano, momento crítico na vida escolar da criança, pois até o 5º ano ele era aluno do pedagogo, e de um ano para outro passa a ser aluno de vários professores de diferentes disciplinas (CARVALHO, 2012, p. 39).

O professor $PE_4$ declarou que a maior dificuldade dos alunos do 6º ano com relação a potenciação se deve ao fato de não compreenderem a função do expoente e entenderem a potenciação como uma multiplicação, na resolução de um problema conceitual. “A maior dificuldade é em entender a função do expoente e ligar a potenciação com a multiplicação ($PE_4$)”.

Já em relação às dificuldades apresentadas pelos alunos do Ensino Médio, foram apontados diversos motivos. O professor $PE_1$ declarou que a falta de conhecimento dos alunos está diretamente ligada ao fato de o assunto ser trabalhado o mínimo no Fundamental, sem a utilização de situações-problema, só por meio das operações.

> Bem, não está claro na mente do aluno essa representação. Bom, o assunto potenciação é visto de forma mínima, ele não é trabalhado com situações-problema, mas com as quatro operações, de forma distinta, o ano inteiro. Essa falta de trabalho contínuo faz com que o aluno esqueça, e quando chega ao Ensino Médio você tem que relembrar. Quando você relembra a base, se ele teve base no Ensino Fundamental, a passagem no Ensino Médio será na boa, muito fácil na aprendizagem; quando é dificultoso o que ele viu no Ensino Fundamental, aí se torna quase difícil aprender no Ensino Médio, apesar de ser fácil o assunto e estar com uma mente mais desenvolvida ($PE_1$).

O professor $PE_3$ atribuiu a dificuldade no ensino Médio à avaliação e o professor $PE_4$, ao fato de no Ensino Fundamental não der dada maior atenção ao ensino e aprendizagem.

> Do meu ponto de vista, é que o sistema de avaliação da escola estadual de 50 pontos facilita muito pra que o aluno seja aprovado, porque tem o projeto no final do ano que vale 15 a 20 pontos, então fica o ano letivo todinho pra o aluno conseguir 30 pontos; então, se ele quiser, ele consegue até brincando. Com isso a dificuldade vem só aumentando ($PE_3$).
> Nunca trabalhei com Ensino Médio. Acredito que no Ensino Fundamental não houve uma dedicação em ensinar e aprender ($PE_4$).

O professor $PM_2$ evidenciou que o estudo de potenciação não foi feito de modo adequado e os alunos não tiveram a oportunidade de aprender bem esse conteúdo no Ensino Fundamental, o que dificulta sua aprendizagem até o Ensino Médio.

> Essa potenciação não foi apresentada como deveria ter sido apresentada, com resolução de problemas. Não deixou com que o aluno pensasse, com que ele buscasse essa resposta, que trabalhasse o raciocínio do aluno. Muitas vezes eles veem de uma maneira muito rápida, que não dá pra que o aluno guarde o conteúdo, e pra que ele busque esse aprendizado de uma forma que seja contínua ($PM_2$).

Pode-se conjecturar que a dificuldade dos alunos do 6º ano ao Ensino Médio com relação à potenciação se deve à deficiência no preparo dos professores dos anos iniciais. Os licenciados em Matemática percebem tais dificuldades, porém não sabem lidar com tais situações. Para Moreira (2004, p. 89):

> O que pretendemos mostrar é que assumir a posição do matemático diante dessas questões e desenvolver o processo de formação matemática num curso de licenciatura a partir de um ponto em que o conjunto dos números naturais é considerado dado, juntamente com as operações de adição e multiplicação, significa desconsiderar questões postas pela prática profissional concreta, para a qual se pretende formar o licenciando.

Faz-se necessário, portanto, repensar a formação dos professores de Matemática no que se refere aos conhecimentos que precisam evidenciar em sua prática profissional desde os anos iniciais. O professor licenciado que não conhece a realidade escolar dos anos iniciais não entenderá a dinâmica desses pré-adolescentes, e sua falta de “traquejo” poderá ocasionar questões mal resolvidas sobre o ensino e a aprendizagem da Matemática (CARVALHO, 2012).

## 3.6 Conhecimento da didática do conteúdo

Na entrevista, foram questionados acerca da utilização de materiais didáticos como recurso pedagógico para o estudo da potenciação. Com os dados obtidos acerca desta questão, buscou-se verificar se nas aulas os professores demonstravam conhecimento da didática do conteúdo. O professor $PE_1$ declarou que em geral não utiliza recursos didáticos e às vezes procura relacionar o conteúdo da potenciação com a geometria, enquanto o professor $PM_1$

declarou trabalhar o livro didático como recurso. O livro didático permanece o recurso mais significativo utilizado em sala de aula no Ensino Fundamental ( VAN DE WALLE, 2009).

> Não, muitos recursos didáticos. A base que a gente tem pra trabalhar com potenciação serve pra trabalhar com objetos geométricos, para o aluno visualizar relações da potenciação com o quadrado, o cubo, mas não passa disto ($PE_1$).
> Os autores trazem bastante informação. Você abre o livro hoje, como o Oscar Guelli, vem com o capítulo de potenciação riquíssima; é só abrir e seguir os passos que dá certo ($PM_1$).

Os professores $PE_2$ e $PE_3$ declararam não utilizar materiais didáticos porque a escola não dispõe desses recursos. O professor $PM_2$ declarou que às vezes utiliza, porém também aponta como um problema a falta de recursos didáticos na escola. Esses professores atribuíram seus conhecimentos de didática apenas à utilização de materiais pedagógicos, mas não reconhecem a utilização de outros recursos que tornem suas aulas menos formais e, quando aplicam um método que contribui para aprendizagem, não reconhecem essa ação como conhecimento didático.

> Não, na escola não temos nenhum material didático que possa trabalhar potenciação. É só giz, apagador e lápis ($PE_2$).
> Nem sempre, porque a escola não dispõe de muitos materiais didáticos. Outro dia eu já precisei de um material que a escola tinha, cheguei a pedir, mas ninguém sabia onde estava o material que eu precisava ($PE_3$).
> É, além da potenciação, a gente sabe que pra se trabalhar na Matemática os recursos didáticos ainda oferecidos pela instituição de ensino são poucos. Eu procuro sempre encontrar alguns a partir de sucatas, procurando fora. Mas recursos pedagógicos que venham diretamente da escola, principalmente escolas municipais, a gente sabe que é limitado ($PM_2$).

O professor $PE_4$ declarou que não utiliza recursos didáticos e demonstrou ter dificuldades em trabalhar didaticamente com o conteúdo potenciação: “Não utilizo recursos didáticos”.

Dos seis professores participantes da pesquisa, apenas dois deixaram evidente a necessidade de ter conhecimentos da didática do conteúdo para auxiliar na abordagem de determinado conteúdo. Segundo Shulman (1986 apud RUMSTAIN et al., 2009) , deve-se estudar o conhecimento do professor acerca da disciplina que ele ensina, pois cada área possui suas especificidades.

## 3.7 Conhecimento do conteúdo potenciação

Sobre o conhecimento dos professores acerca de potenciação, merecem destaque os seguintes dados apontados na entrevista: os professores $PE_1$ e $PE_3$ acreditam que para trabalhar o conteúdo potenciação, é necessário obter um conhecimento interdisciplinar. O professor $PE_1$ exemplifica esta proposta ao mencionar que é preciso entender um pouco de biologia para trabalhar potenciação a partir do crescimento de uma população de bactérias, e o professor $PE_3$ destacou sobre a importância do conhecimento didático a ser desenvolvido na formação inicial, em particular no estágio da licenciatura.

> Acredito que o professor, para trabalhar potenciação dentro de uma nova perspectiva, tem que conhecer conteúdos que possam ser paralelos ao assunto potenciação. Por exemplo: o professor tem que conhecer um pouco de biologia para saber como se dá o crescimento de uma população de bactérias ($PE_1$).
> Precisaria de mais capacitação para enriquecer as aulas, que tivesse aulas práticas. Muitas vezes o professor, eu falo da minha pessoa, eu fiz o curso de magistério, não vi nada de cálculo e aí, quando fui pra uma faculdade, só aprendi buscando em casa, e ao estudar pra dar uma aula ($PE_3$).

Os professores $PM_1$ e $PM_2$ mencionaram que, para dar uma boa aula de potenciação, é preciso ter domínio sobre a turma e investir na busca de conhecimentos didáticos, principalmente na área em que atua. Nesse sentido, o conhecimento pedagógico do conteúdo não é algo produzido e regulado de fora da escola e que deva ser transladado para ela, mas, ao contrário, trata-se de uma construção elaborada no interior das práticas pedagógicas escolares (MOREIRA, 2004, p. 40).

> Pra começar, é saber conduzir uma turma, saber acalmar, pois se não souber acalmar uma turma pra passar o conteúdo, fica difícil; e, segundo, é procurar a maneira mais acessível, com mais facilidade, e conduzir o assunto ($PM_1$).
> Precisa ter um conteúdo mais específico, um conteúdo pedagógico, ver que tipo de metodologia que se adequa àquele tipo de conteúdo. O professor tem que estar preparado não só com o conteúdo, porque muitos professores, eles conhecem o conteúdo, eles têm o domínio do conteúdo, mas eles não têm a didática ($PM_2$).

Os professores $PE_2$ e $PE_4$ mencionam a importância de conhecer bem a multiplicação como único requisito para trabalhar o conteúdo potenciação.

> No mínimo possível, a multiplicação, que é uma base perfeita para iniciar a potenciação, até porque a potenciação é uma multiplicação da mesma base, e se souber multiplicação a potenciação fica bem simples ($PE_2$).
> É preciso saber a multiplicação ($PE_4$).

Constata-se a falta de contextualização na formação inicial e continuada, pois esses profissionais não conseguem relacionar outras dimensões do conhecimento ao estudo de potenciação.

Nesta análise, sobressaem os conhecimentos de Shulman (1986). Os professores apontam a necessidade de conhecer bem o conteúdo dado e como relacioná-lo com outras áreas, além de evidenciar o conhecimento pedagógico, ou seja, saber o que facilita ou dificulta a aprendizagem do aluno, embora não confirmem tais concepções na prática de sala de aula. Contudo, nas falas dos professores não foi feita alusão ao conhecimento curricular, que diz respeito ao conhecimento articulado a todo o contexto do assunto trabalhado. Nesta direção, mais uma vez fica evidenciada a importância de o professor deter os conhecimentos necessários acerca dos conteúdos da disciplina que leciona (CARVALHO, 2012).

### 3.7.1 Análise dos problemas de potenciação

Ao solicitar aos professores que apresentassem suas interpretações acerca das estratégias desenvolvidas por seus alunos na resolução dos problemas de potenciação propostos, objetivou-se analisar os conhecimentos docentes acerca do conteúdo. Para isto, foi adotada a abordagem de Shulman (1986) a respeito do conhecimento do conteúdo da matéria, o que se refere não somente ao conhecimento do conteúdo, mas ao saber organizá-lo, entendendo o processo de sua produção, o compreendendo de diversas formas, para relacioná-lo com outras áreas do conhecimento, de modo interdisciplinar.

Para facilitar a sequência das análises, apresentam-se as situações-problema selecionados por itens:

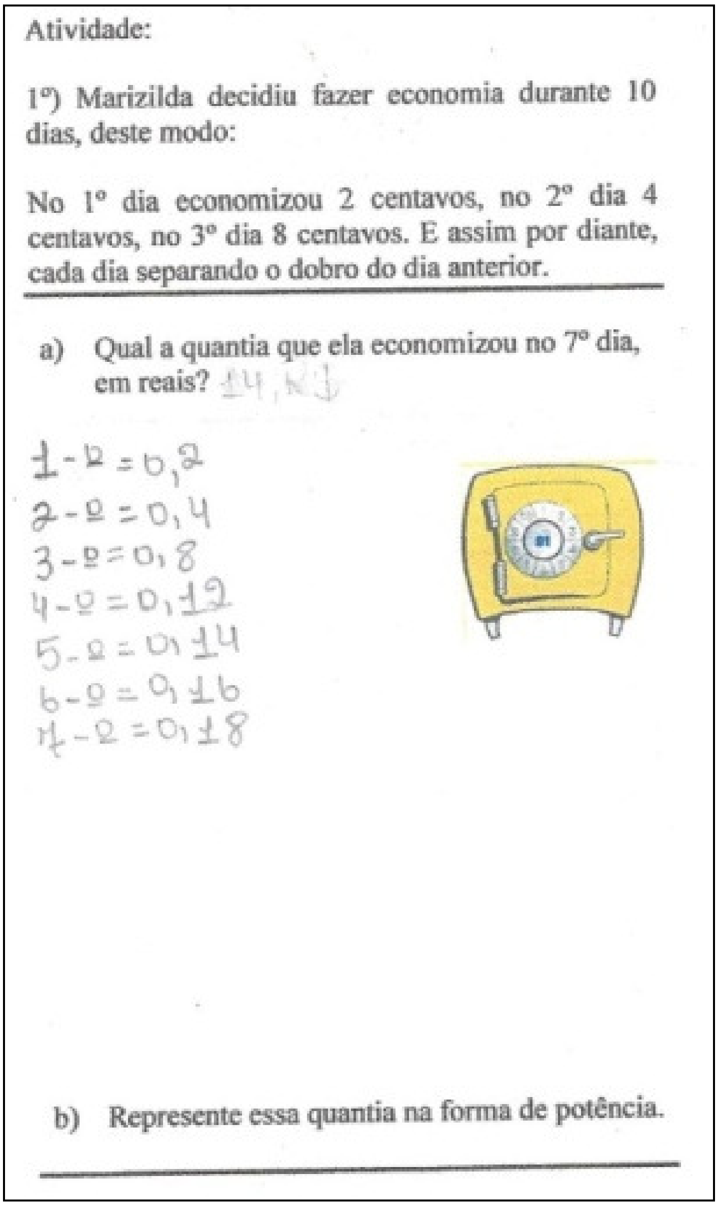
#### 3.7.1.1 Item 1: Problemas de potenciação envolvendo sequência multiplicativa

a) Primeiro problema de sequência multiplicativa:

Esse tipo de problema, que é apresentado logo abaixo nas análises, apresenta uma sequência multiplicativa que contribui na construção do conceito de potência. Ao se trabalhar neste tipo de problemas a ideia de conhecimento do conteúdo da matéria de Shulman (1986), busca-se integrar outros conteúdos, como matemática financeira, medidas de tempo, expressões numéricas, realizar uma breve discussão ou leitura sobre a importância de economizar. A abrangência de conhecimentos interdisciplinares dependerá do repertório de cada professor, e a intenção desta pesquisa é justamente analisar quais conhecimentos do conteúdo da matéria os professores detêm nesse primeiro e nos demais problemas de potenciação.

Ao analisar os comentários dos professores acerca desse primeiro problema, foi possível depreender que os professores $PE_2$ e $PM_2$, ao interpretarem as soluções encontradas pelos alunos, demonstraram como conhecimento sobre potenciação apenas o desenvolvimento do conteúdo multiplicação.

**Figura 7 – Registro do aluno $A_3PE_2$**


Atividade:

1º) Marizilda decidiu fazer economia durante 10 dias, deste modo:

No 1º dia economizou 2 centavos, no 2º dia 4 centavos, no 3º dia 8 centavos. E assim por diante, cada dia separando o dobro do dia anterior.

a) Qual a quantia que ela economizou no 7º dia, em reais? 14, R$

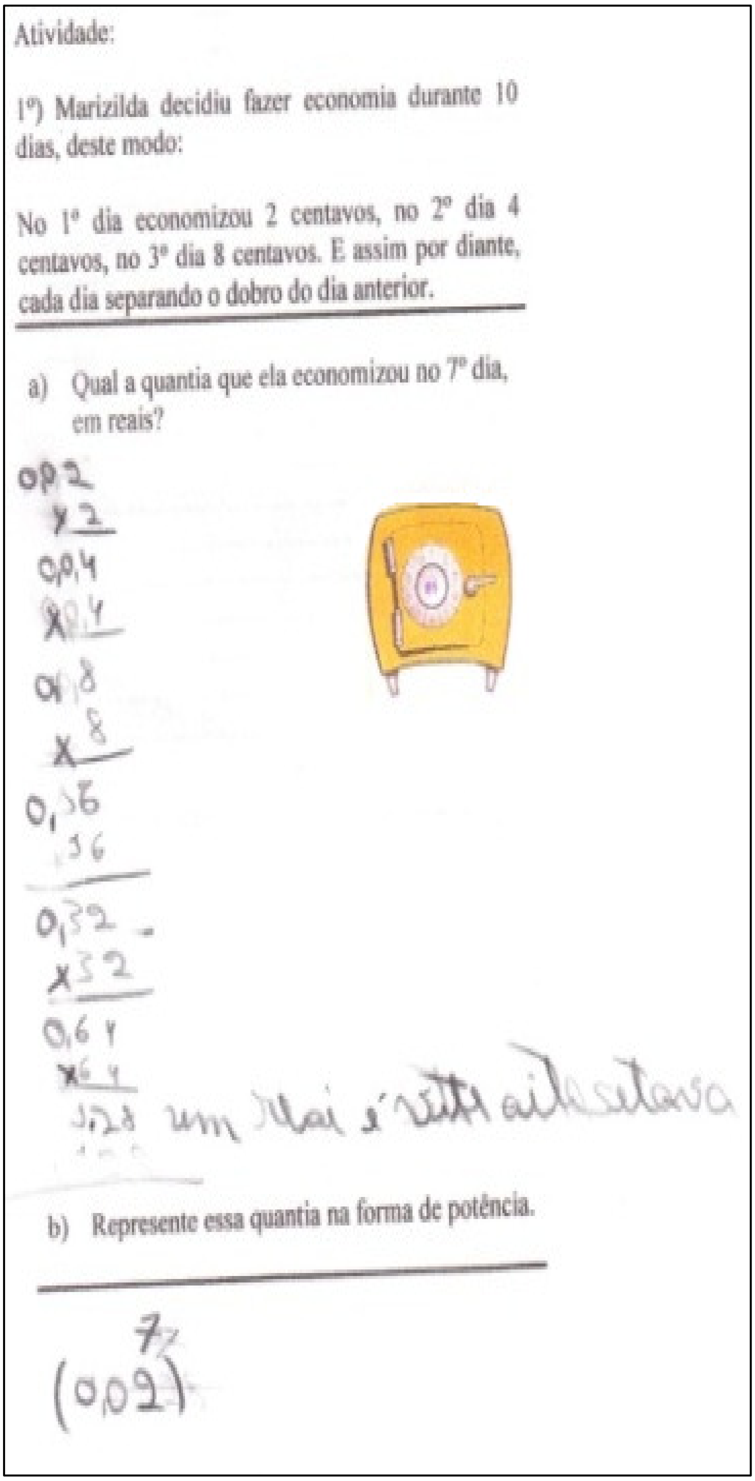
1-2=0,2
2-2=0,4
3-2=0,8
4-2=0,12
5-2=0,14
6-2=0,16
7-2=0,18

b) Represente essa quantia na forma de potência.

Fonte: Material cedido pelos professores $PE_2$ e $PM_2$,

Nessa questão, observando o registro da aluna, constata-se que ela, no início, multiplicava por 2 devido à leitura do texto, mas em seguida ela apenas somou todos os outros resultados a 2, quando deveria ter continuado a multiplicar ($PE_2$).

**Figura 8 – Registro do aluno $A_3PM_2$**



Atividade:

1º) Marizilda decidiu fazer economia durante 10 dias, deste modo:

No 1º dia economizou 2 centavos, no 2º dia 4 centavos, no 3º dia 8 centavos. E assim por diante, cada dia separando o dobro do dia anterior.

a) Qual a quantia que ela economizou no 7º dia, em reais?

0,02
x2
0,04
x0,4
0,08
x8
0,16
16
0,32
x32
0,64
x64
1,28 um real e vinte oito centavos

b) Represente essa quantia na forma de potência.

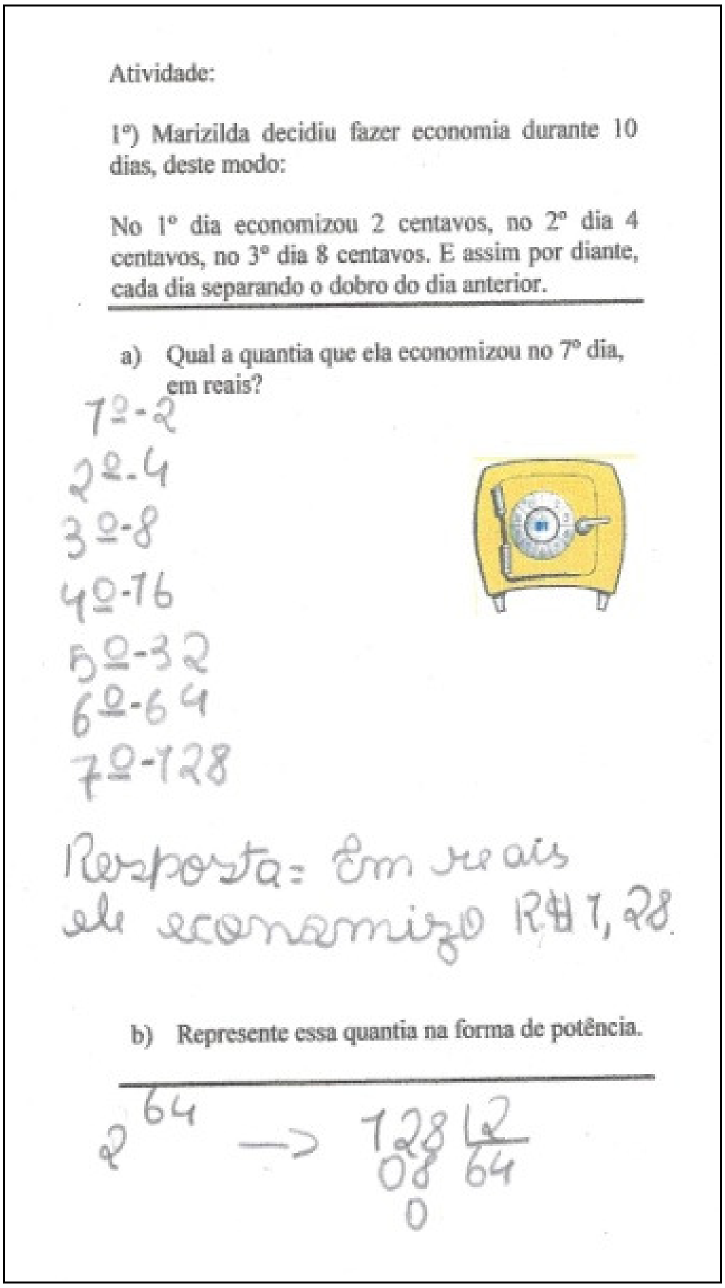
$(0,02)^7$

Fonte: Material cedido pelo professor $PM_2$.

Quanto à potenciação, percebe-se ainda que a grande maioria dos alunos não domina a multiplicação, contribuindo assim para o difícil aprendizado de outros conteúdos da grade curricular ($PM_2$).

Os professores foram questionados sobre outros conteúdos que poderiam ser explorados a partir desse problema. Somente o professor $PE_1$ mencionou a possibilidade de trabalhar o sistema monetário.

**Figura 9 – Registro do aluno $A_3PE_1$**



Atividade:

1º) Marizilda decidiu fazer economia durante 10 dias, deste modo:

No 1º dia economizou 2 centavos, no 2º dia 4 centavos, no 3º dia 8 centavos. E assim por diante, cada dia separando o dobro do dia anterior.

a) Qual a quantia que ela economizou no 7º dia, em reais?

1º-2
2º-4
3º-8
4º-16
5º-32
6º-64
7º-128

Resposta: Em reais ele economizo R$ 1,28.

b) Represente essa quantia na forma de potência.

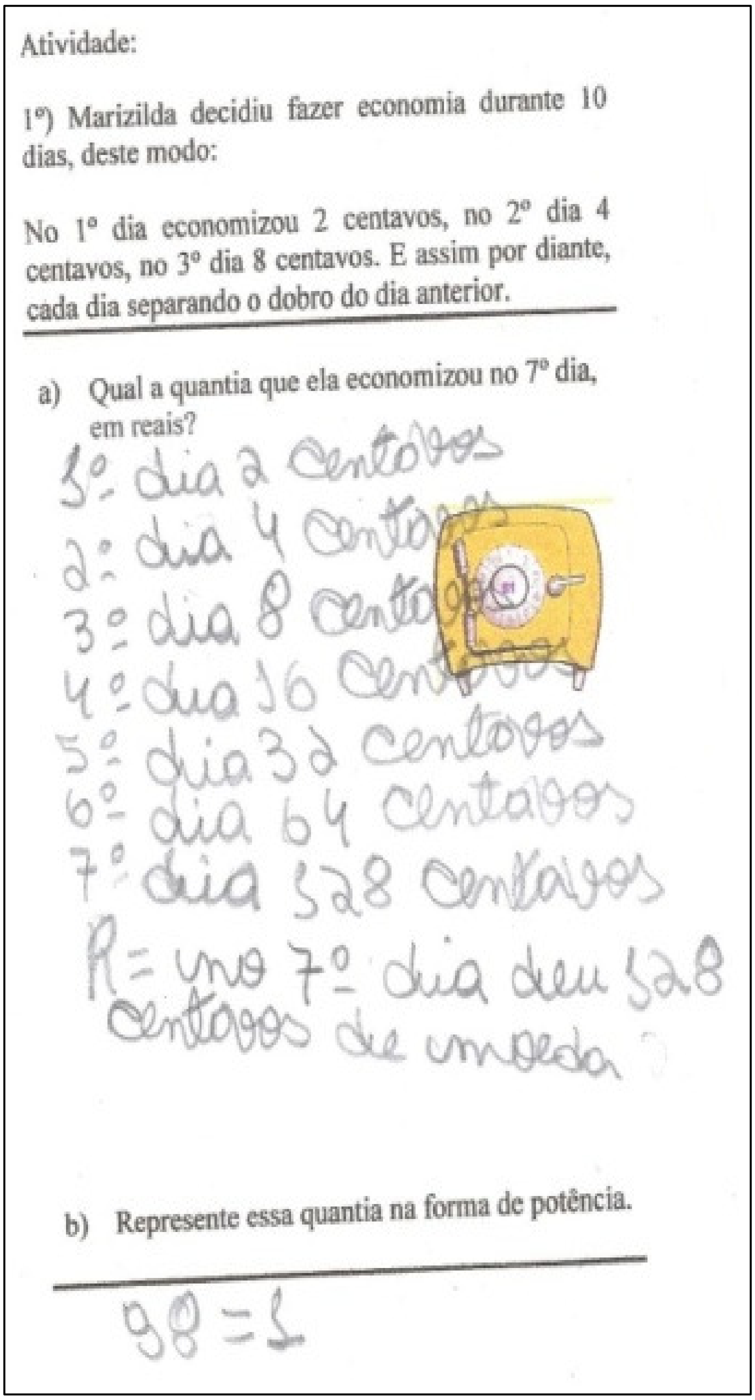
$2^{64}$ → 128 | 2
08 64
0

Fonte: Material cedido pelo professor $PE_1$

No item "b", a aluna não soube representar em forma de potenciação o resultado encontrado no item "a". Ela soube identificar que houve uma duplicação de valores a cada dia. No entanto, ela imaginou que dividindo o total por 2, já era o bastante para representar a potenciação. O professor pode trabalhar a multiplicação, valores monetários com razões iguais e situações-problemas, para que a criança passe a averiguar o desenvolvimento do seu pensamento ($PE_1$).

Os professores $PM_1$, $PE_3$ e $PE_4$ entenderam que os alunos usaram apenas a ideia de dobro para resolver o problema. Entretanto, nas anotações desses professores não há alusão a outros conteúdos e situações que poderiam ser explorado nele.

**Figura 10 - Registro do aluno $A_3PM_1$**


Atividade:

1º) Marizilda decidiu fazer economia durante 10 dias, deste modo:

No 1º dia economizou 2 centavos, no 2º dia 4 centavos, no 3º dia 8 centavos. E assim por diante, cada dia separando o dobro do dia anterior.

a) Qual a quantia que ela economizou no 7º dia, em reais?

1º dia 2 centavos
2º dia 4 centavos
3º dia 8 centavos
4º dia 16 centavos
5º dia 32 centavos
6º dia 64 centavos
7º dia 128 centavos
R= no 7º dia deu 128 centavos de moeda

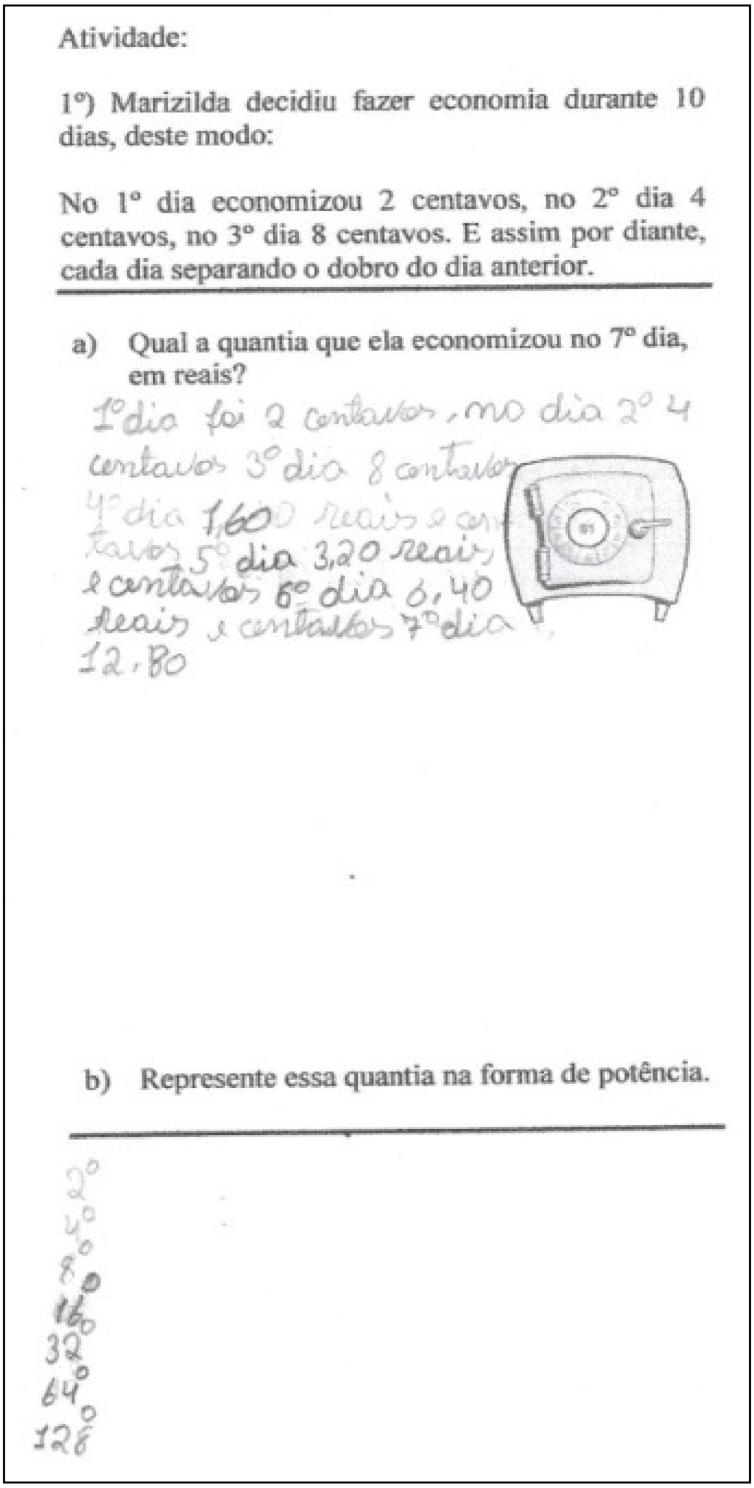
b) Represente essa quantia na forma de potência.

98 = 1

Fonte: Material cedido por professor $PM_1$.

O problema foi resolvido sem mostrar as operações, mas está correto porque mostrou cada etapa das operações, que é o dobro de cada uma. Quanto à questão da alternativa "b", para representar o valor total em forma de potência, faltou-lhe o conhecimento de que 128 fatorado seria $2^7$ ($PM_1$).

**Figura 11 - Registro do aluno $A_3PE_3$**



Atividade:

1º) Marizilda decidiu fazer economia durante 10 dias, deste modo:

No 1º dia economizou 2 centavos, no 2º dia 4 centavos, no 3º dia 8 centavos. E assim por diante, cada dia separando o dobro do dia anterior.

a) Qual a quantia que ela economizou no 7º dia, em reais?

1ºdia foi 2 centavos, no dia 2º 4 centavos 3ºdia 8 centavos 4ºdia 1,60 reais e centavos 5º dia 3,20 reais e centavos 6º dia 6,40 reais e centavos 7ºdia 12,80

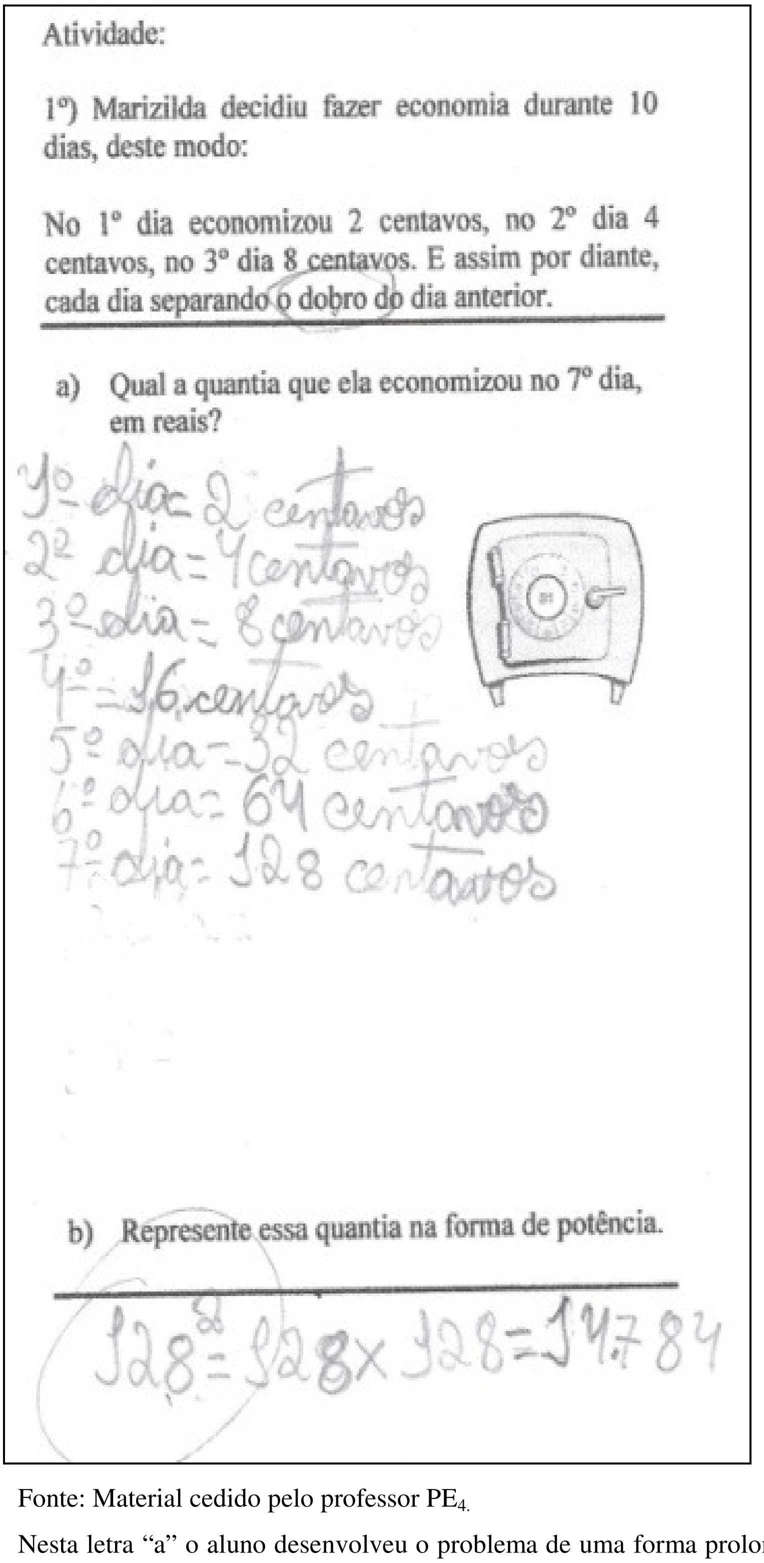
b) Represente essa quantia na forma de potência.

2º
4º
8º
16º
32º
64º
128

Fonte: Material cedido por professor $PE_3$.

O aluno resolveu o problema aplicando a multiplicação e fazendo o dobro de cada resultado, e se confundiu no 4º dia, trocando 0,16 centavos por R$ 1,60. Ele poderia usar a potência de base 2 e modificar apenas os expoentes. Os conteúdos que poderiam ser aplicados são adição e multiplicação ($PE_3$).

**Figura 12 – Registro do aluno $A_1PE_4$.**


Atividade:

1º) Marizilda decidiu fazer economia durante 10 dias, deste modo:

No 1º dia economizou 2 centavos, no 2º dia 4 centavos, no 3º dia 8 centavos. E assim por diante, cada dia separando o dobro do dia anterior.

a) Qual a quantia que ela economizou no 7º dia, em reais?

1º dia = 2 centavos
2º dia = 4 centavos
3º dia = 8 centavos
4º = 16 centavos
5º dia = 32 centavos
6º dia = 64 centavos
7º dia = 128 centavos

b) Represente essa quantia na forma de potência.

$128^2 = 128 \times 128 = 14.784$

Fonte: Material cedido pelo professor $PE_4$.

Nesta letra "a" o aluno desenvolveu o problema de uma forma prolongada, maneira que achou mais confiável, pois poderia a cada dia aumentar o dobro, o que seria a base e a quantidade de dia seria o expoente. Portanto $2^7 = 128 =$ R$ 1,28. O aluno misturou a letra "b" com a letra "a" e encontrou o resultado no lugar de decompor ($PE_4$).

Ao analisar as interpretações dos professores sobre as estratégias de resolução dos seus alunos acerca do primeiro problema de sequência multiplicativa, identificam-se indícios de que o conhecimento docente acerca da potenciação está totalmente restrito ao campo multiplicativo. Apenas o professor $PE_1$ apontou a necessidade da busca de outros conhecimentos que ajudem na compreensão do problema e ampliem o conhecimento dos alunos de modo contextualizado. O que o professor de Matemática deve conhecer está relacionado aos contextos e situações em que o aluno irá utilizar tal conhecimento, com atividades, objetivos educacionais e contextos de ensino da Matemática (BLANCO, 2003).

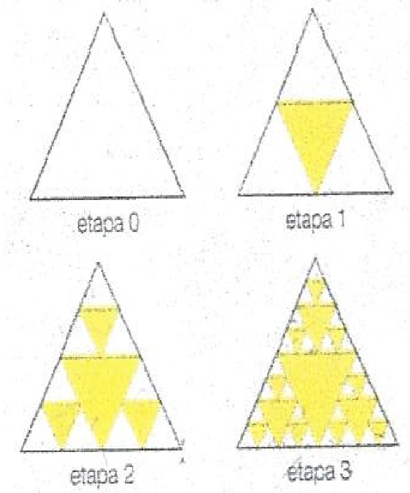
b) Segundo problema de sequência multiplicativa

O problema possui as mesmas características do problema 1, uma sequência multiplicativa que permite trabalhar a ideia de padrões matemáticos, as expressões numéricas, além de conceitos geométricos.

De acordo com a interpretação dos professores $PE_1$, $PE_4$, $PE_2$ e $PM_2$ revela que os alunos deveriam conhecer bem a multiplicação para revolvê-lo.

**Figura 13 – Registro dos alunos $A_3PE_1$.**

4º) Nesta seqüência de triângulos, cada triângulo branco origina quatro outros triângulos: três brancos e um amarelo:




a ) Quantos triângulos brancos aparecerão na etapa 4?

$3^4 \Rightarrow 27 \times 3 = 81$

b ) E na etapa 7?

$3^7 \Rightarrow 729 \times 3 = 2.187$

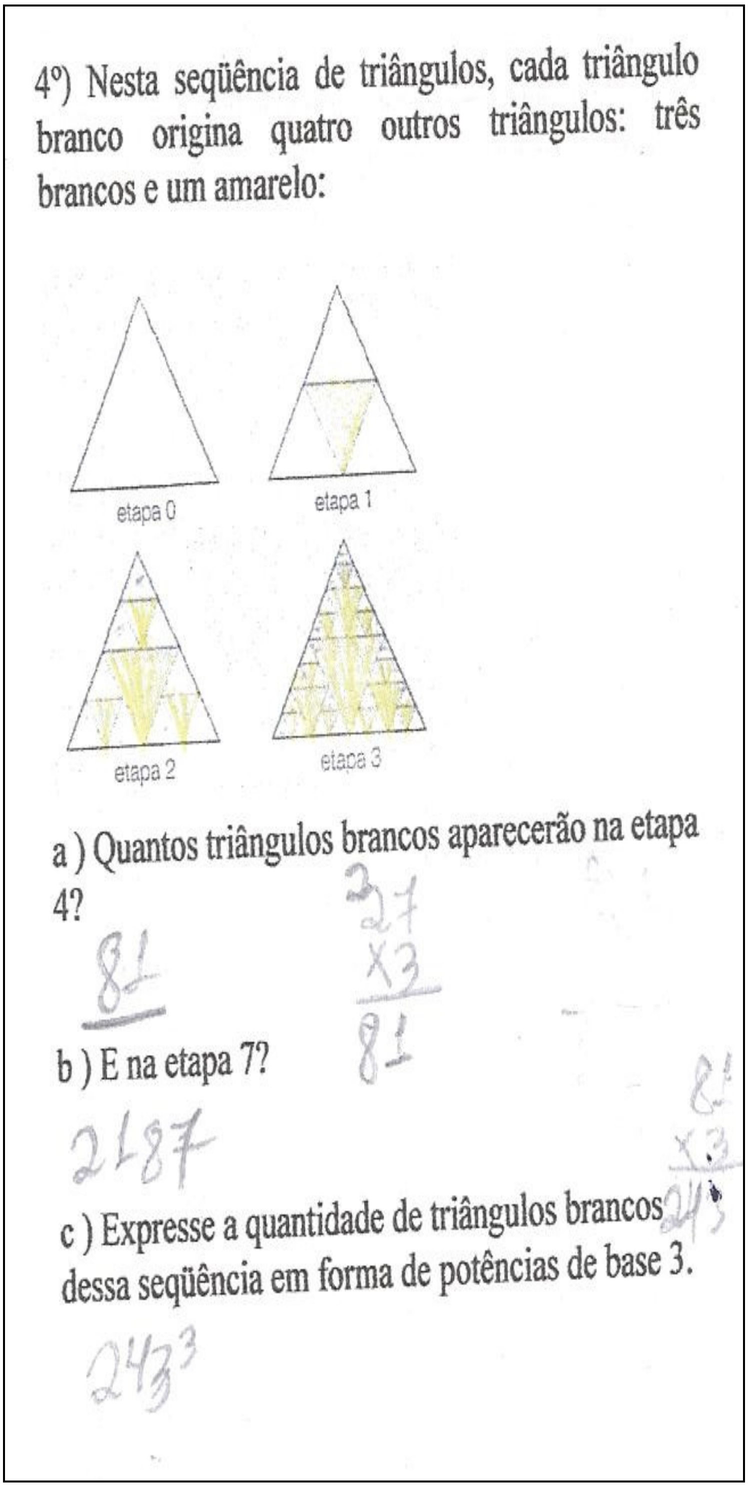
c ) Expresse a quantidade de triângulos brancos dessa seqüência em forma de potências de base 3.

$3^7$

Fonte: Material cedido pelo professor $PE_1$.

A aluna percebeu a regularidade das figuras, havendo a passagem direta para a representação em potenciação, não resolvendo os itens "a" e "b", somente por multiplicação ($PE_1$).

**Figura 14 – Registro do aluno, $A_3PE_4$**


4º) Nesta seqüência de triângulos, cada triângulo branco origina quatro outros triângulos: três brancos e um amarelo:



a ) Quantos triângulos brancos aparecerão na etapa 4?

81

$$\begin{array}{r} 27 \\ \times 3 \\ \hline 81 \end{array}$$

b ) E na etapa 7?

2187

$$\begin{array}{r} 81 \\ \times 3 \\ \hline 243 \end{array}$$

c ) Expresse a quantidade de triângulos brancos dessa seqüência em forma de potências de base 3.

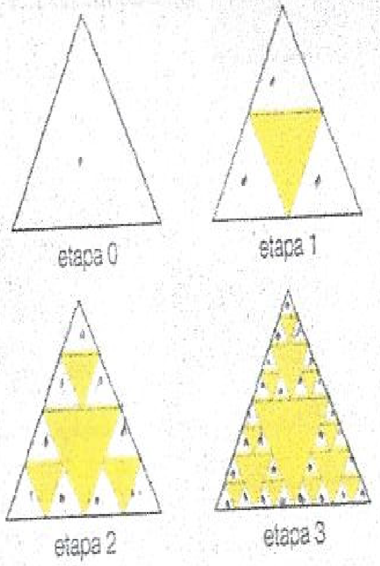
$243^3$

Fonte: Material cedido pelo professor $PE_4$.

Ela percebeu que a cada etapa triplicava, e como a 3 tem 27 ela multiplicou 27 x 3 = 81, o que é o mesmo que $3^4 = 81$ ($PE_4$).

**Figura 15 – Registro do aluno $A_1PE_2$.**

4º) Nesta seqüência de triângulos, cada triângulo branco origina quatro outros triângulos: três brancos e um amarelo:




a ) Quantos triângulos brancos aparecerão na etapa 4? 54

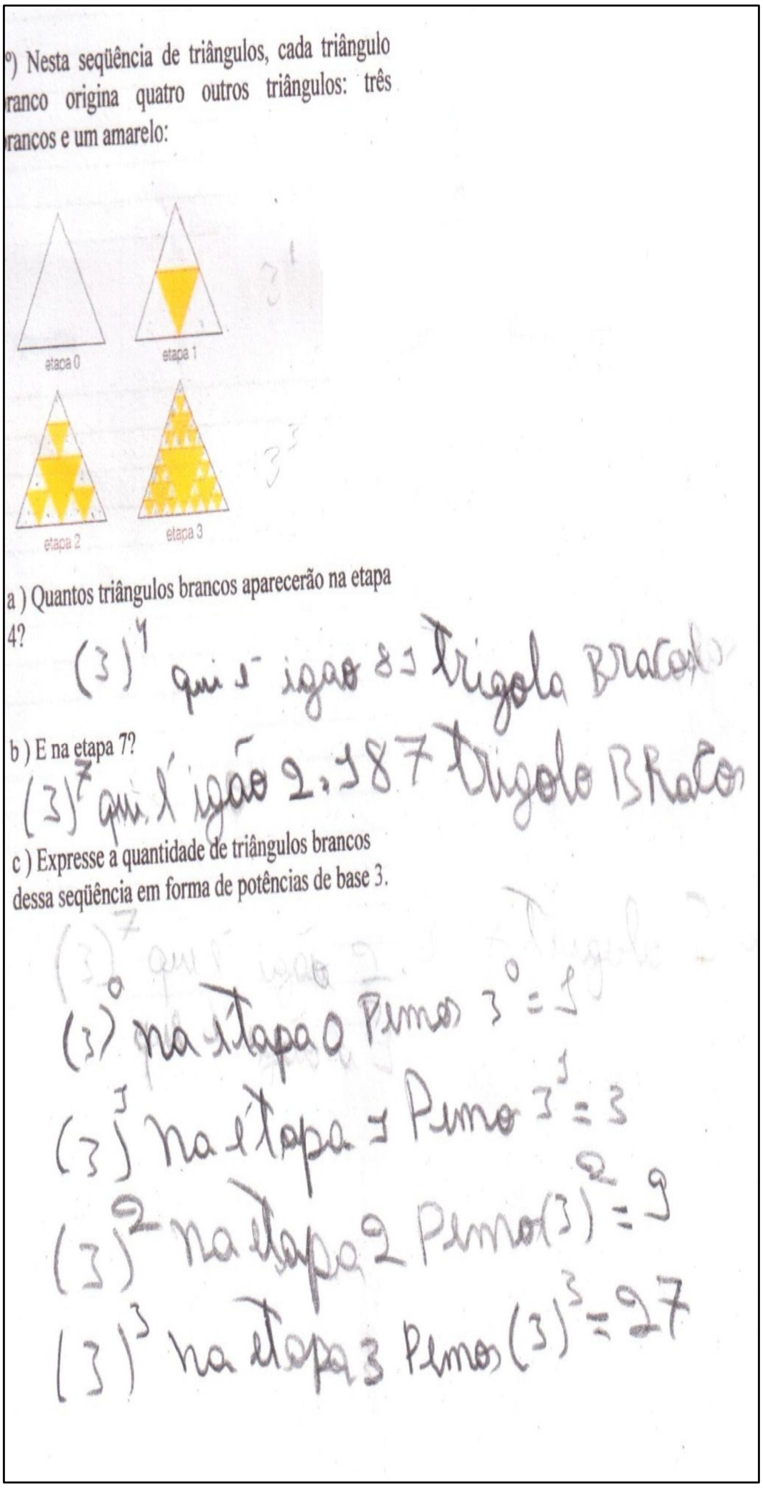
b ) E na etapa 7?

c ) Expresse a quantidade de triângulos brancos dessa seqüência em forma de potências de base 3.

Fonte: Material cedodo pelo professor $PE_2$.

Nessa questão ela apenas contou todos os triângulos e colocou o resultado. A potência é tão só uma multiplicação, e é essa que ela deveria ter feito. Elevaria a base 3 aos respectivos valores, que seriam de 1 a 7 ($PE_2$).

**Figura 16 – Registro do aluno $A_2PM_2$**



°) Nesta seqüência de triângulos, cada triângulo ranco origina quatro outros triângulos: três rancos e um amarelo:



a ) Quantos triângulos brancos aparecerão na etapa 4?

$(3)^4$ qui é igão 81 trigolo Bracos

b ) E na etapa 7?

$(3)^7$ qui é igão 2.187 trigolo Bracos

c ) Expresse a quantidade de triângulos brancos dessa seqüência em forma de potências de base 3.

$(3)^0$ na etapa 0 temos $3^0 = 1$

$(3)^1$ na etapa 1 temo $3^1 = 3$

$(3)^2$ na etapa 2 temo $(3)^2 = 9$

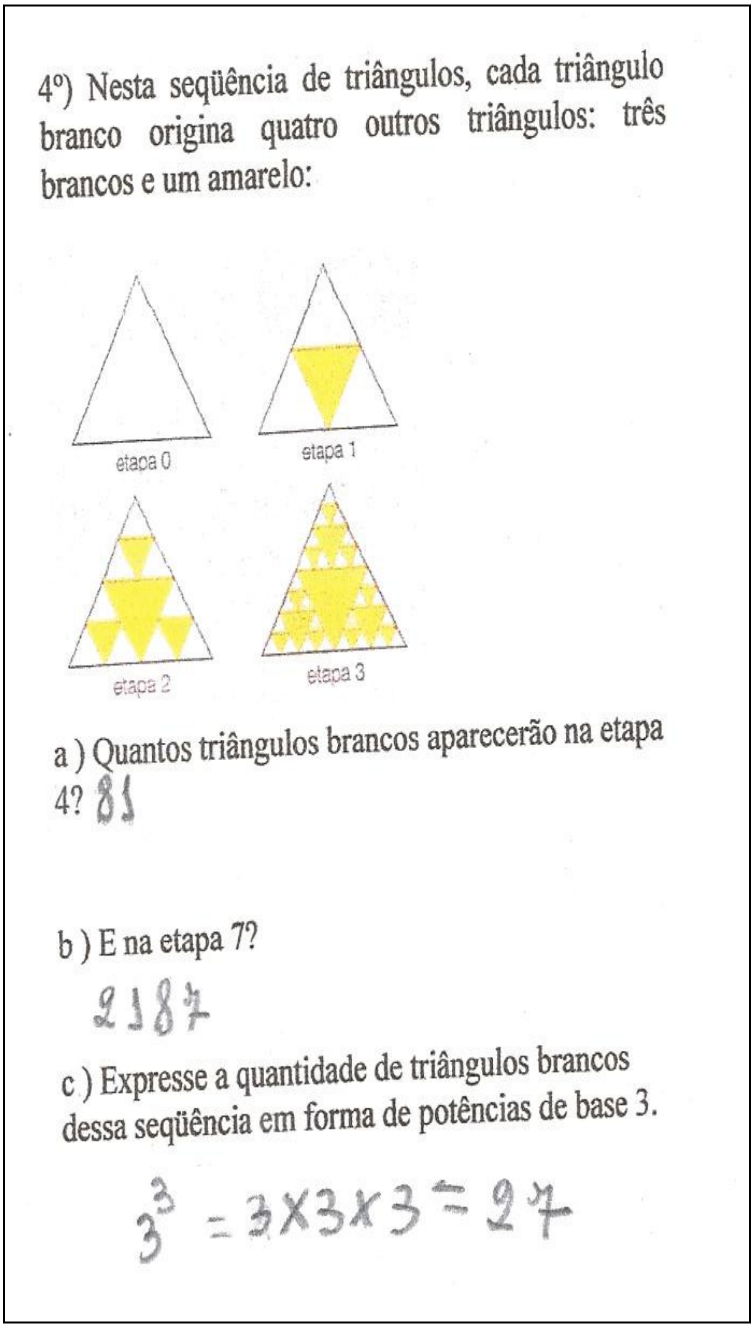
$(3)^3$ na etapa 3 temos $(3)^3 = 27$

Fonte: Material cedodo pelo professor $PM_2$.

Quanto à potenciação, percebe-se ainda que a grande maioria dos alunos não domina a multiplicação, contribuindo assim para o difícil aprendizado de outros conteúdos da grade curricular ($PM_2$).

O professor $PM_1$ percebe, nas resoluções dos alunos, uma sequência multiplicativa, porém não aponta nenhum outro conteúdo ou conhecimento que possa ser trabalhado concomitantemente ao estudo de tal problema.

**Figura 17 – Registro do aluno $A_2PM_1$**



4º) Nesta seqüência de triângulos, cada triângulo branco origina quatro outros triângulos: três brancos e um amarelo:

etapa 0 etapa 1

etapa 2 etapa 3

a ) Quantos triângulos brancos aparecerão na etapa 4? 81

b ) E na etapa 7?

2187

c ) Expresse a quantidade de triângulos brancos dessa seqüência em forma de potências de base 3.

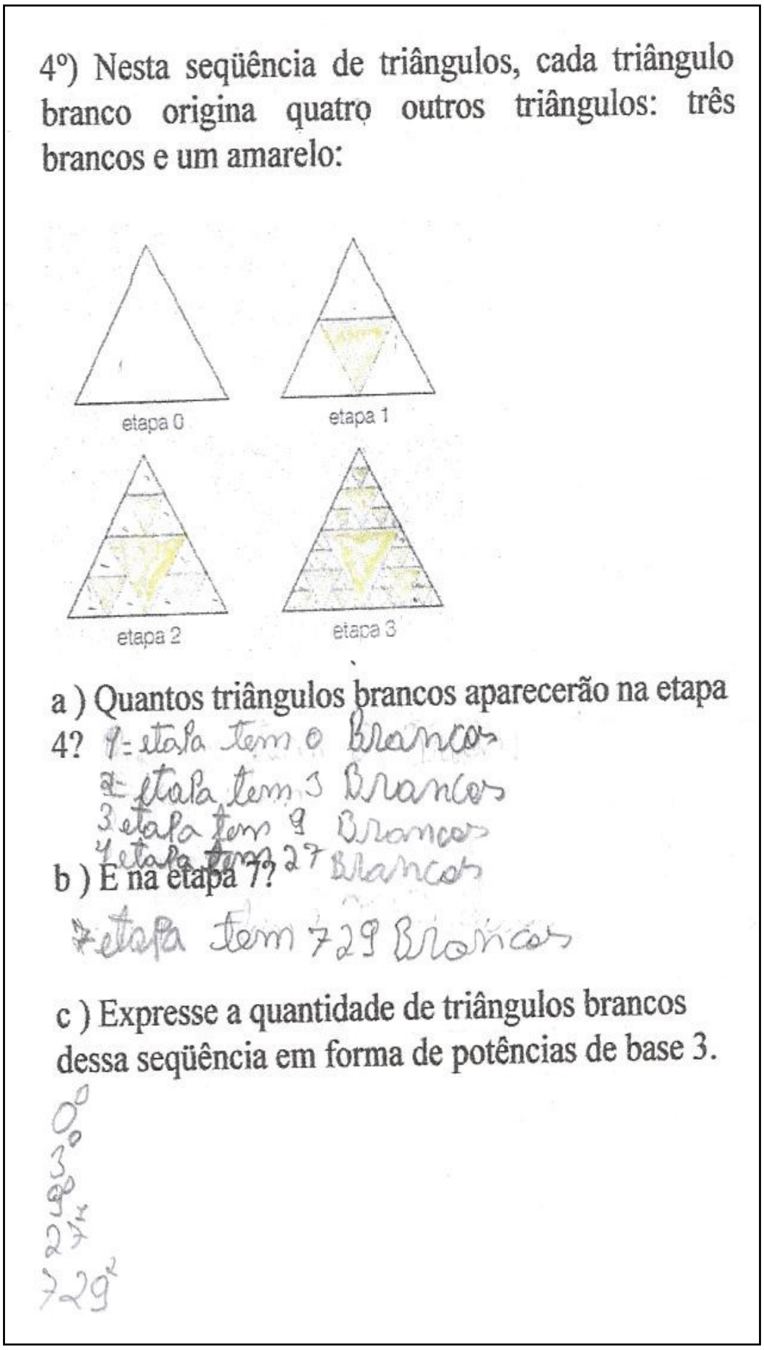
$3^3 = 3 \times 3 \times 3 = 27$

Fonte: Material cedido pelo professor $PM_1$.

Colocou o resultado da letra "a" sem explicar o valor, que implicaria mostrar passo a passo como chegou ao valor 81, que é uma sequência em que o produto dos valores é 3 em 3, então: 1 x 3 = 3; 3 x 3 = 9; 3 x 9 = 27; 3 x 27 = 81, por conta desta sequência de 3 em 3. Na etapa 7 seria 729 x 3 = 2187. E na letra "c" está bem explicado por que a sequência desses triângulos tem como resultado final a 3ª etapa, que é = 27 ($PM_1$).

O professor $PE_3$ aponta apenas o conteúdo estudado, vê as resoluções apenas como um estudo sobre potenciação. Nessa última interpretação, constata-se que o conhecimento docente está restrito ao conhecimento do conteúdo trabalhado, sem agregar outros conhecimento de forma interdisciplinar à resolução do problema.

**Figura 18 – Registro do aluno $A_3PE_3$**


4º) Nesta seqüência de triângulos, cada triângulo branco origina quatro outros triângulos: três brancos e um amarelo:

etapa 0
etapa 1
etapa 2
etapa 3

a ) Quantos triângulos brancos aparecerão na etapa 4? 1: etapa tem 0 brancos
2 etapa tem 3 brancos
3 etapa tem 9 brancos
4 etapa tem 27 brancos

b ) E na etapa 7?
7 etapa tem 729 brancos

c ) Expresse a quantidade de triângulos brancos dessa seqüência em forma de potências de base 3.

$0^0$
$3^0$
$9^2$
$27^2$
$729^2$

Fonte: Material cedido pelo professor $PM_3$.

O aluno contou os triângulos brancos em cada figura, porém confundiu-se nas etapas e faltou calcular a 4ª etapa. Ele deveria calcular as potências colocando base 3 e o número de etapas seriam os expoentes ($PE_3$).

Os problemas de potenciação que envolvem sequência poderiam ser integrados a outros conteúdos matemáticos: área, expressões numéricas, sequência numérica, números decimais, entre outros, conforme o repertório do professor, o que permite a melhor compreensão desses conteúdos, porém não se encontrou este tipo de metodologia nos registros dos professores. Para o professor, a escrita dá a oportunidade para providenciar um retorno direcionado às afirmações, interpretações, questões, descobertas e enganos dos alunos (PARATELI, 2010).

#### 3.7.1.2 Item 2: Problemas de potenciação envolvendo o princípio fundamental de contagem (PFC)

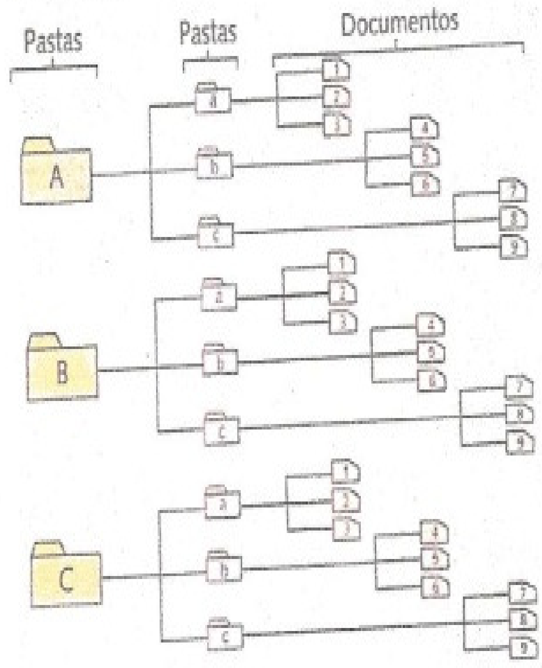
a) Primeiro problema envolvendo o princípio fundamental de contagem

Nesse tipo de problema, pode-se relacionar à operação potenciação à ideia de organizar números e informações para contar os casos possíveis. É uma iniciação ao que se conhece como princípio fundamental de contagem.

Conforme os registros das interpretações dos professores $PM_1$, $PE_2$, $PE_3$, $PE_4$, $PM_2$ referente a resolução dos seus alunos acerca do problema ora apresentado, inferiu-se que para estes apenas o conhecimento de potenciação é necessário para resolvê-lo satisfatoriamente.

**Figura 19 – Registro do aluno $A_2PM_1$**

2º) Veja como Joana organizou seus documentos no computador:




Joana abriu três pastas: A, B e C. Depois, para cada uma dessas pastas, ela abriu outras 3 (**a**, **b** e **c**), e dentro de cada uma destas colocou 3 documentos.

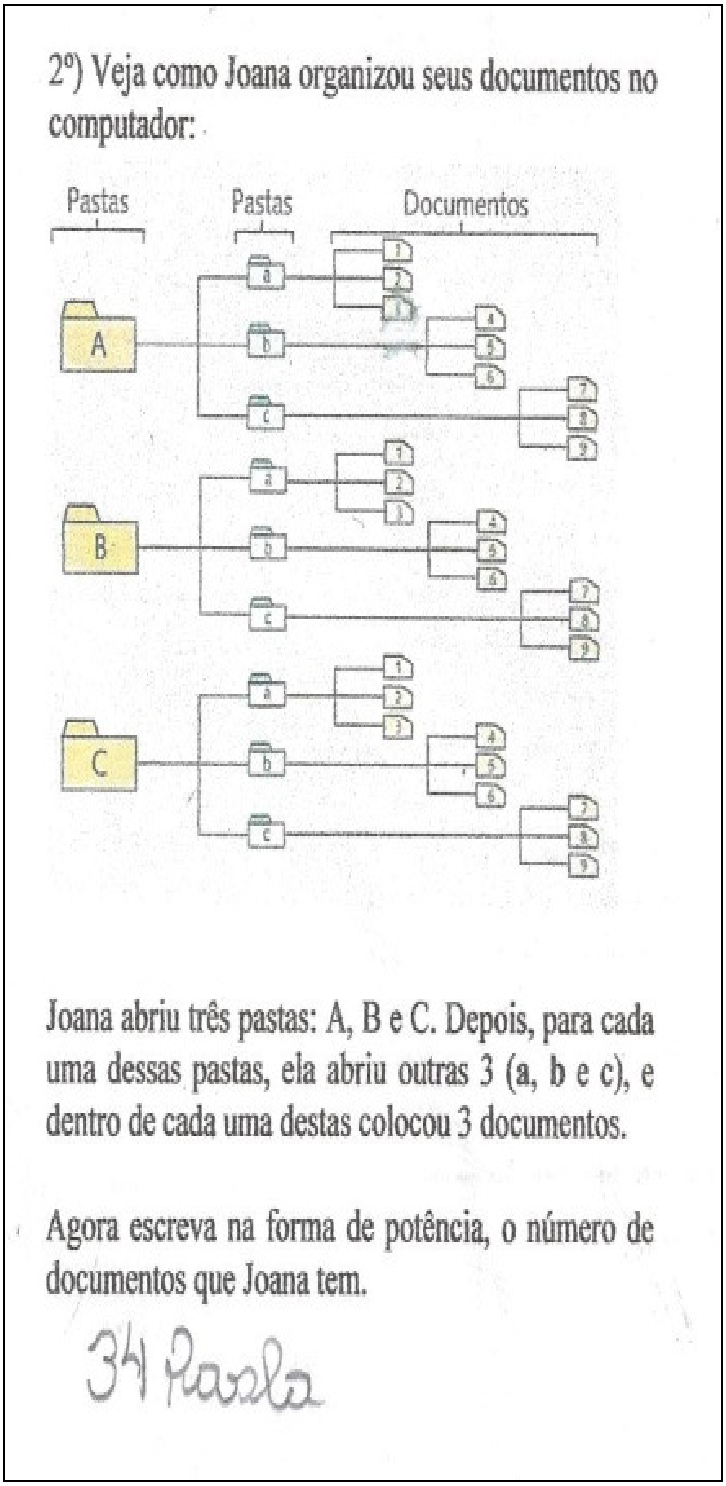
Agora escreva na forma de potência, o número de documentos que Joana tem.

$27^{3} = 159$

Fonte: Material cedido pelo professor $PM_1$.

O problema foi resolvido somando todos os documentos das pastas e elevando à 3ª potência, de forma equivocada. O certo seria assim: em cada pasta tem 3 documentos e são 9 pastas. Assim, $3 . 3 . 3 = 3^3$ ($PM_1$).

**Figura 20 – Registro do aluno $A_1PE_2$**


2º) Veja como Joana organizou seus documentos no computador:



Joana abriu três pastas: A, B e C. Depois, para cada uma dessas pastas, ela abriu outras 3 (**a**, **b** e c), e dentro de cada uma destas colocou 3 documentos.

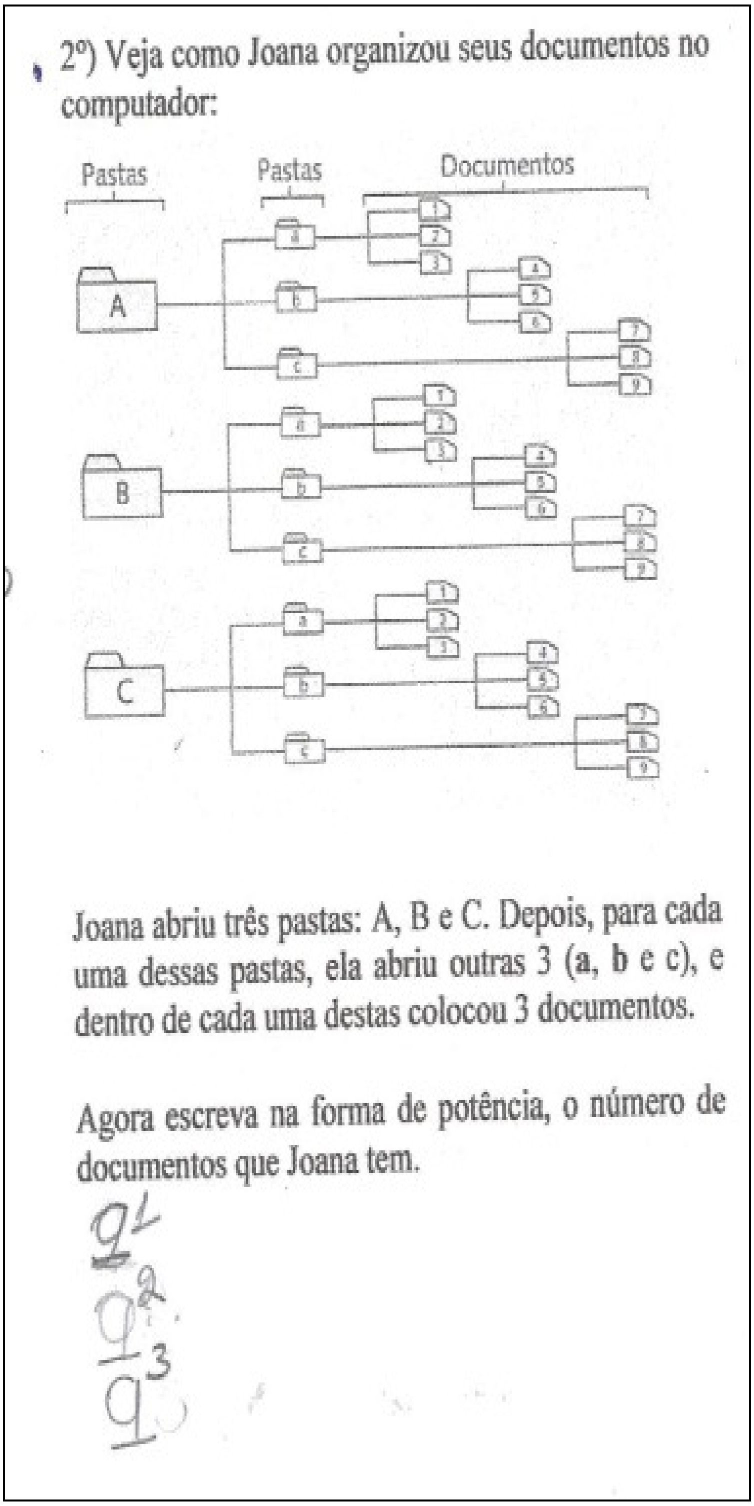
Agora escreva na forma de potência, o número de documentos que Joana tem.

$3^4$ Pasta

Fonte: Material cedido pelo professor $PE_2$.

Não se sabe como ele chegou a esse resultado, mas para resolver ele deveria utilizar uma potência de base 3 ($PE_2$).

**Figura 21 – Registro do aluno $A_1PE_3$**


2º) Veja como Joana organizou seus documentos no computador:



Joana abriu três pastas: A, B e C. Depois, para cada uma dessas pastas, ela abriu outras 3 (**a**, **b** e c), e dentro de cada uma destas colocou 3 documentos.

Agora escreva na forma de potência, o número de documentos que Joana tem.

$9^1$

$9^2$

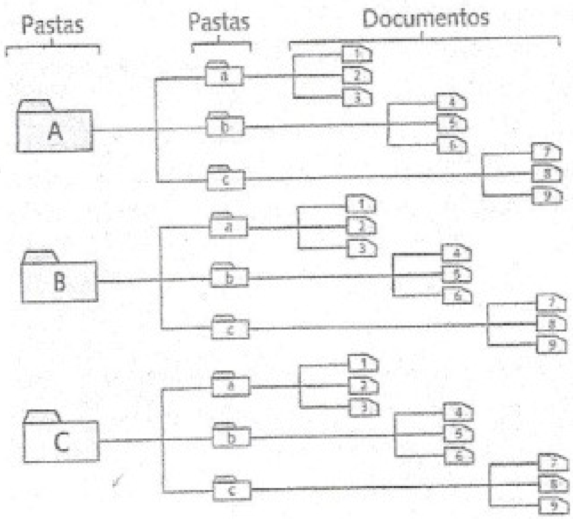
$9^3$

Fonte: Material cedido pelo professor $PE_3$.

Ele não soube desenvolver os problemas. Já que existem 3 pastas e cada pasta contém 3 documentos, basta usar a potenciação. Multiplicação de potência com expoente natural ($PE_3$).

**Figura 22 – Registro do aluno $A_1PE_4$**

2º) Veja como Joana organizou seus documentos no computador:




Joana abriu três pastas: A, B e C. Depois, para cada uma dessas pastas, ela abriu outras 3 (**a**, **b** e **c**), e dentro de cada uma destas colocou 3 documentos.

Agora escreva na forma de potência, o número de documentos que Joana tem.

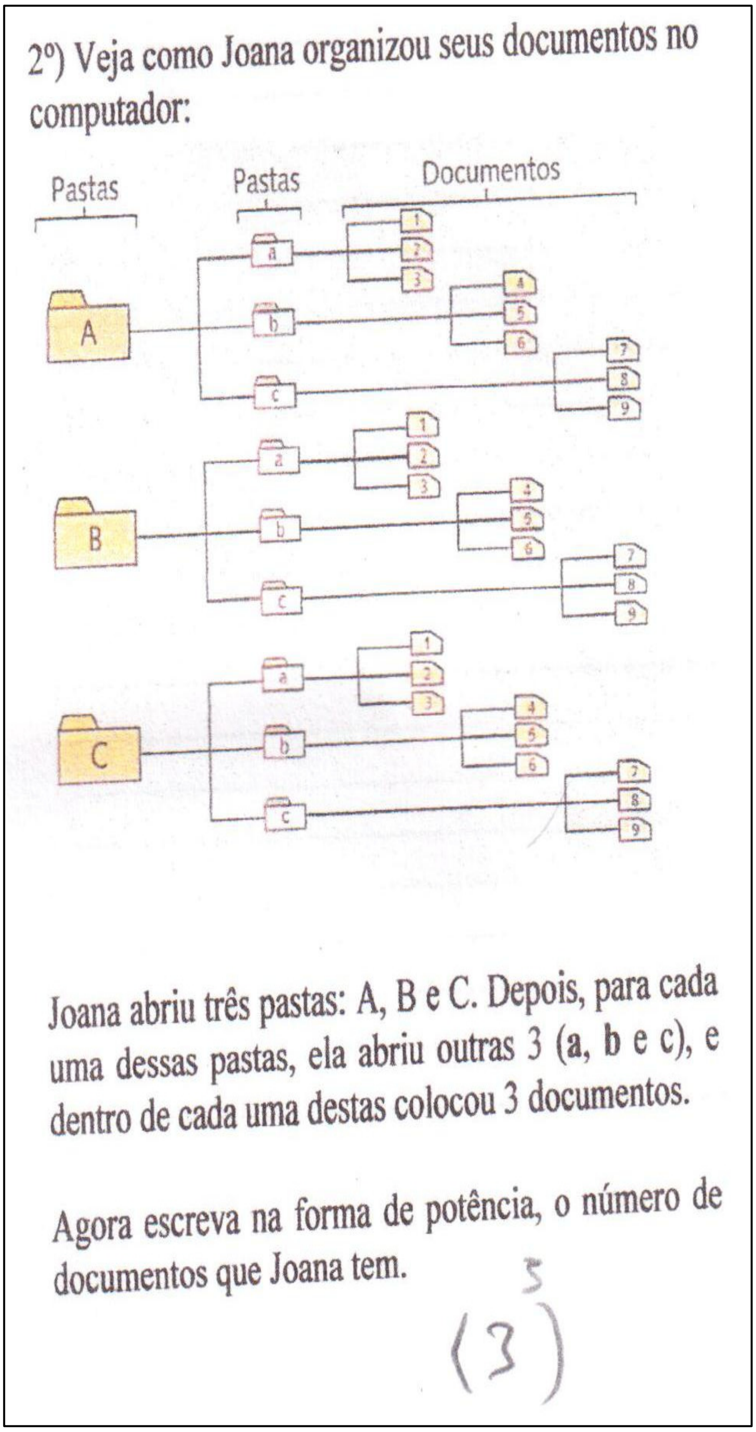
$27^3 : 27 \times 27 = 729$

$$\begin{array}{r} 27 \\ \times 27 \\ \hline 189 \\ 54\phantom{0} \\ \hline 729 \end{array}$$

Fonte: Material cedodo pelo professor $PE_4$.

Ele se enganou pensando que devia elevar o número de documentos a uma potência. Como todos se dividem em 3 pastas, 3 pastinhas e 3 documentos, ele fez $27^3$ – errado, pois 27 já é o número de documentos. Ele deveria escrever a potência e seu resultado seria 27 ($PE_4$).

**Figura 23 – Registro do aluno $A_3PM_2$**



2º) Veja como Joana organizou seus documentos no computador:



Joana abriu três pastas: A, B e C. Depois, para cada uma dessas pastas, ela abriu outras 3 (**a**, **b** e c), e dentro de cada uma destas colocou 3 documentos.

Agora escreva na forma de potência, o número de documentos que Joana tem.

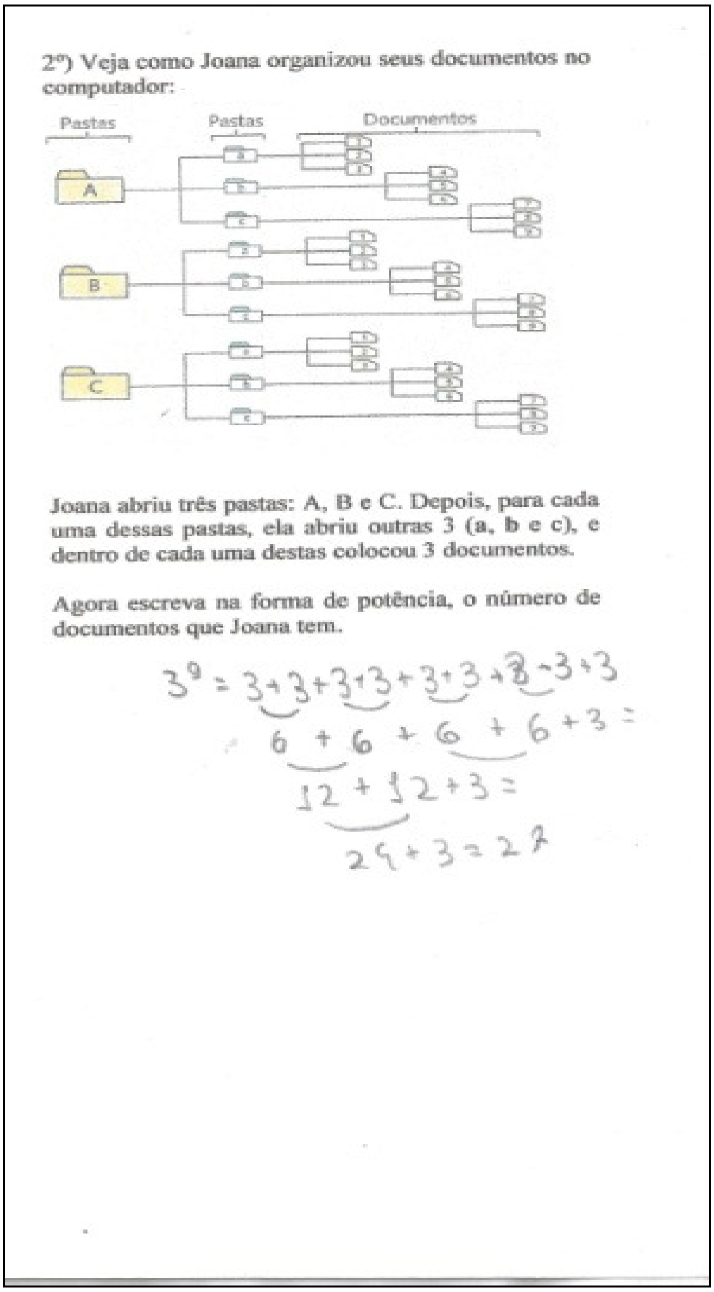
$(3)^5$

Fonte: Material cedido pelo professor $PM_2$.

O aluno utilizou apenas a representação da potência ($PM_2$).

O professor $PE_1$ observa que, além do conteúdo potenciação, pode-se com esse problema trabalhar a ideia de agrupamento e de organização de informações, conforme expõe nas duas atividades abaixo.

**Figura24 – Registro do aluno $A_1PE_1$**





Joana abriu três pastas: A, B e C. Depois, para cada uma dessas pastas, ela abriu outras 3 (a, b e c), e dentro de cada uma destas colocou 3 documentos.

Agora escreva na forma de potência, o número de documentos que Joana tem.

$3^9 = 3+3+3+3+3+3+3+3+3$

$6 + 6 + 6 + 6 + 3 =$

$12 + 12 + 3 =$

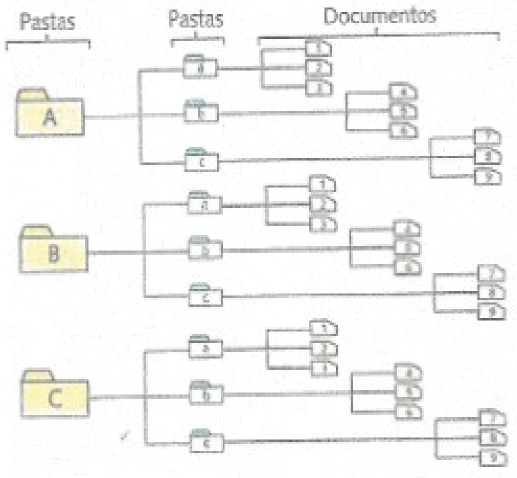
$24 + 3 = 27$

Fonte: Material cedodo pelo professor $PE_1$.

A aluna observou que havia três agrupamentos em cada pasta, mas contou o número de documentos em uma pasta acreditando que, ao representar essa quantidade por expoente expressaria a quantidade total de documentos nas três pastas, mesmo demonstrando a quantidade em potenciação. Houve ainda a expressão incorreta da potenciação por um conjunto de somas. Portanto, entende-se que a aluna não sabe representar por potenciação um dado problema, assim como o conceito de potência, não sabendo organizar as informações ($PE_1$, comentário do registro do aluno $A_1PE_1$).

**Figura 25 – Registro do aluno $A_2PE_1$**

2º) Veja como Joana organizou seus documentos no computador:




Joana abriu três pastas: A, B e C. Depois, para cada uma dessas pastas, ela abriu outras 3 (**a**, **b** e **c**), e dentro de cada uma destas colocou 3 documentos.

Agora escreva na forma de potência, o número de documentos que Joana tem.

$3^3 = 27$ pois $3 \times 3 = 9 \times 3 = 27$

Fonte: Material cedido pelo professor $PE_1$.

O aluno entendeu que se tratava de agrupamentos em quantidades iguais, assim como o processo se tratava de uma multiplicação, representando-a muito bem através de uma potenciação. Dentro dessa linha de pensamento, poderia trabalhar com o aluno combinações de elementos ($PE_1$, comentário do registro do aluno $A_2PE_1$).

A análise realizada por esses professores mostra-se coerente com o trabalho que desenvolvem em sala de aula, já que para eles o problema dado é apenas um meio de trabalhar a potenciação. Apenas o professor $PE_1$ apontou para possibilidade de trabalhar a noção de combinação, o que denota o interesse em introduzir outros conceitos no estudo do problema. Quanto aos demais professores, restringem-se a uma apresentação formal do conteúdo. É necessário apresentar o desenvolvimento de alguns conteúdos matemáticos segundo os princípios estabelecidos nos PCNs e explicitar relatos de experiência e episódios da sala de aula de Matemática, apontando o movimento de ida e volta entre teoria e prática (ONUCHIC, 1999).

b) Segundo problema envolvendo o princípio fundamental de contagem

Nesse problema, é possível explorar o campo multiplicativo para introduzir o conceito de potenciação. Oportuniza também a discussão de que, no envio de cada mensagem, existe uma ação que possibilita um cálculo matemático que introduz a ideia de um problema de combinação.

O professor $PE_1$ vê no problema 3 uma oportunidade de trabalhar a noção de probabilidade.

**Figura 26 – Registro do aluno $A_2PE_1$**

3º) Resolva o problema:

Uma mensagem de Natal foi espalhada via telefone celular. Caio enviou para Aline, que enviou para mais 3 pessoas; cada uma dessas 3 pessoas enviou para outras 3, que, por sua vez, enviaram para outras 3.

a) Quantas mensagens foram enviadas? Escreva a resposta como uma adição de potências e, então calcule o número de mensagens.

$3^3 = 3 \times 3 = 9 \times 3 = 27$

27 + Aline =

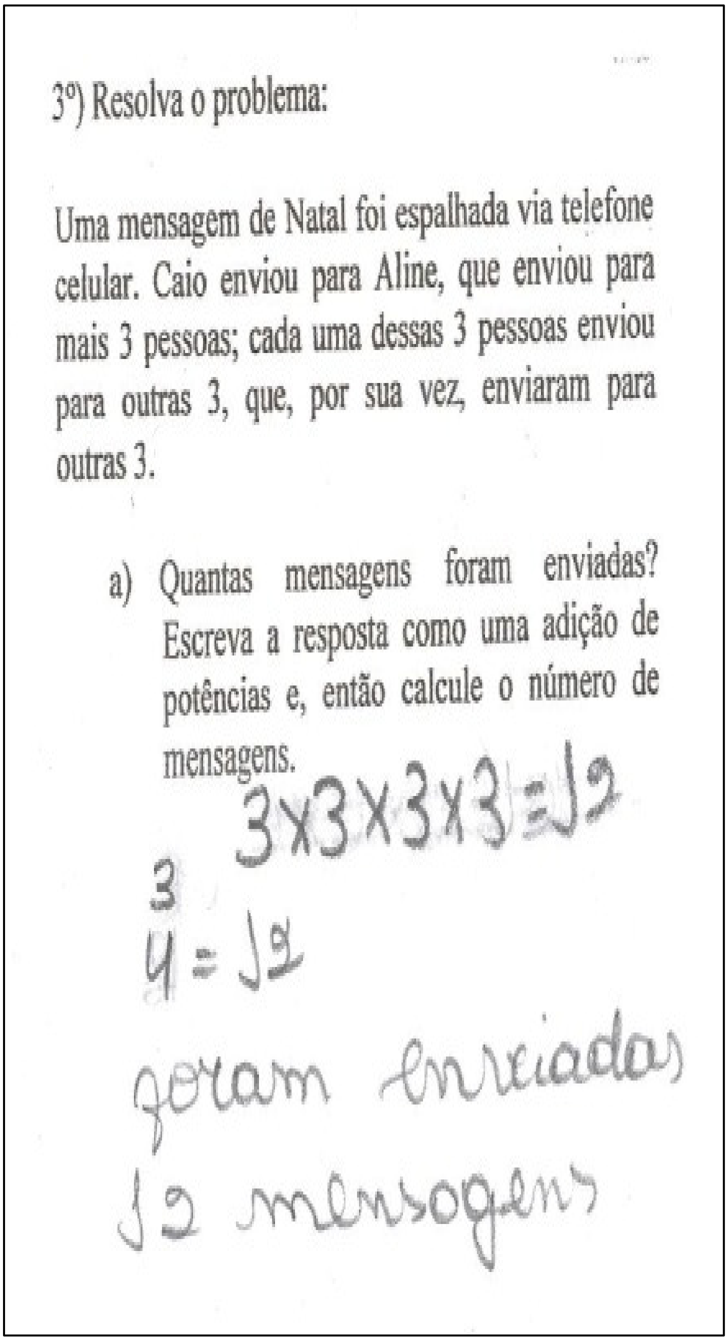
28

Fonte: Material cedido pelo professor $PE_1$.

O aluno não entendeu que cada pessoa recebia três mensagens; ele observou a última quantidade (que na verdade é a penúltima). Realizou a operação e somou com a primeira pessoa envolvida. Faltou contar as outras mensagens enviadas anteriormente. Dentro desse aspecto podemos trabalhar outra série de probabilidades de um evento acontecer ($PE_1$).

Já o professor $PM_1$ notou que nesse problema seria possível trabalhar a estrutura do diagrama da árvore, conforme a resolução a seguir.

**Figura 27 – Registro do $A_1PM_1$**



3º) Resolva o problema:

Uma mensagem de Natal foi espalhada via telefone celular. Caio enviou para Aline, que enviou para mais 3 pessoas; cada uma dessas 3 pessoas enviou para outras 3, que, por sua vez, enviaram para outras 3.

a) Quantas mensagens foram enviadas? Escreva a resposta como uma adição de potências e, então calcule o número de mensagens.

3x3x3x3 = 12

3

4 = 12

foram enviadas

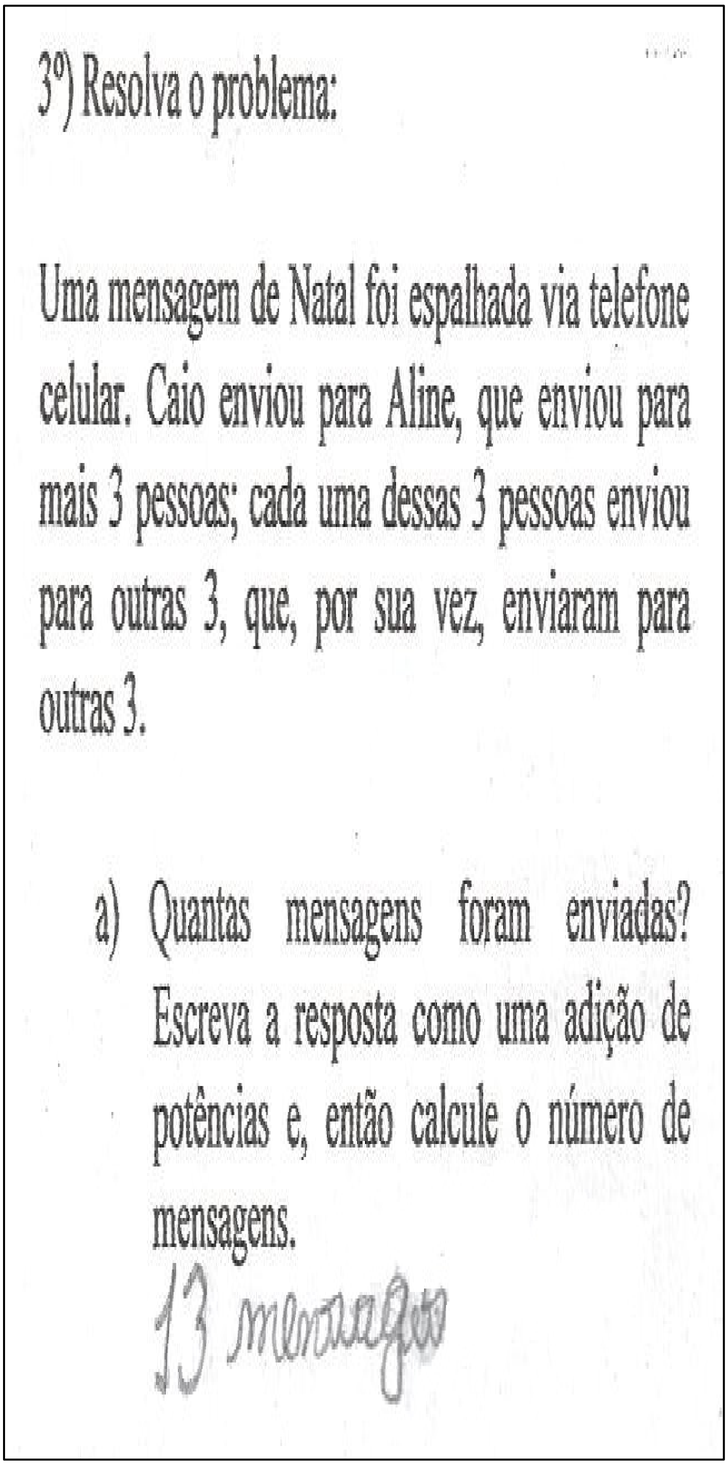
12 mensagens

Fonte: Material cedido pelo professor $PM_1$.

O aluno não teve noção nenhuma de resolução. Primeiro, era como somar as potências e ele multiplicou para resolver esse problema; mais fácil seria pelo diagrama da árvore, porque à medida que cada pessoa fosse mandando seu telegrama, ia-se fazendo a distribuição na árvore até chegar ao final. Depois era só organizar em forma de potência, somando cada uma das potências ($PM_1$).

Os demais professores ($PE_2$, $PE_3$, $PE_4$ e $PM_2$) apontaram apenas a possibilidade de trabalhar o conteúdo potenciação no problema dado.

**Figura 28 – Registro do aluno $A_1PE_3$**


3º) Resolva o problema:

Uma mensagem de Natal foi espalhada via telefone celular. Caio enviou para Aline, que enviou para mais 3 pessoas; cada uma dessas 3 pessoas enviou para outras 3, que, por sua vez, enviaram para outras 3.

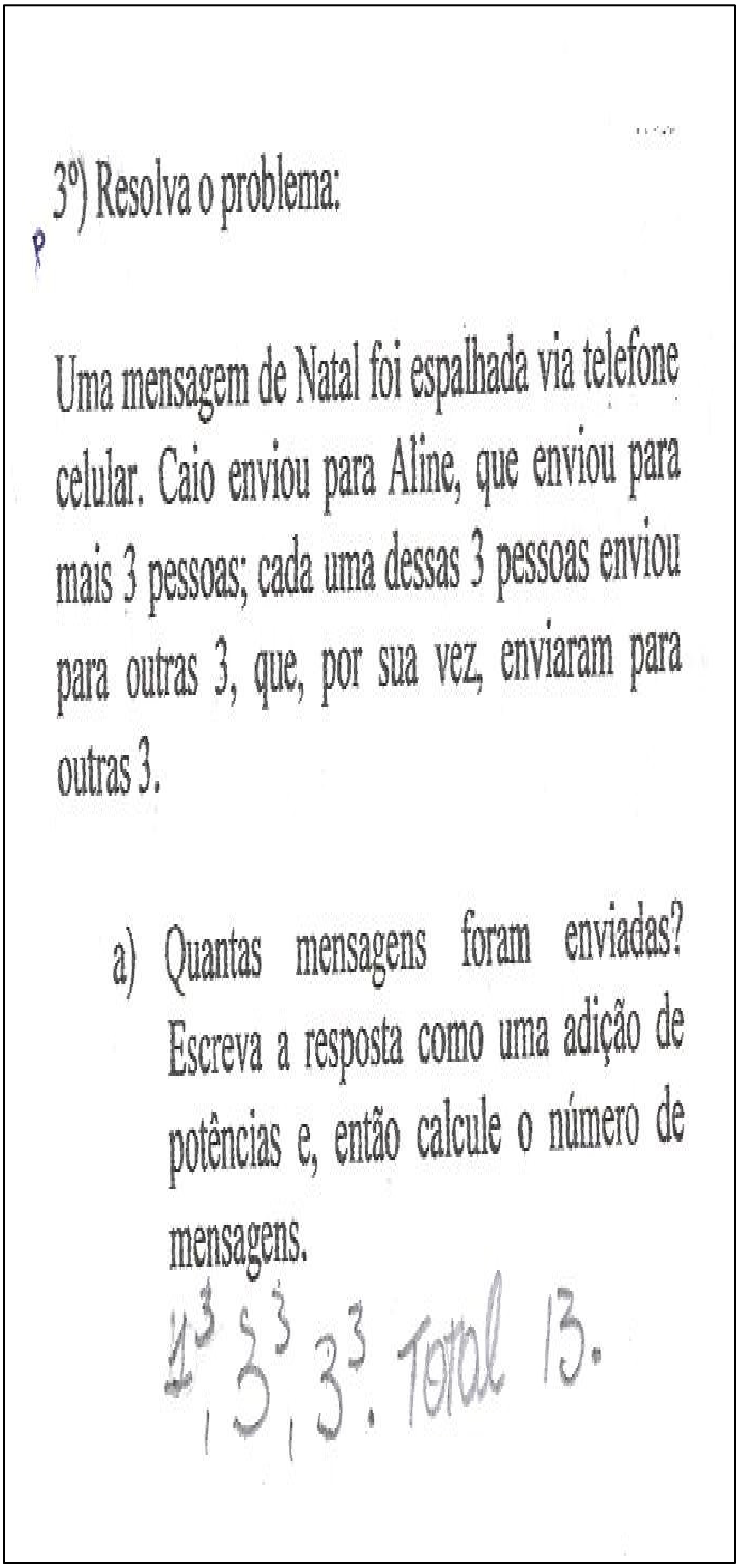
a) Quantas mensagens foram enviadas? Escreva a resposta como uma adição de potências e, então calcule o número de mensagens.

13 mensagens

Fonte: Material cedido pelo professor $PE_2$.

Como nas demais, a simples ideia de potenciação é a base para resolver essa questão. Ele só fez somar todas as três e somar uma a primeira pessoa que escreveu ($PE_2$).

**Figura 29 – Registro do aluno $A_1PE_3$**



3º) Resolva o problema:

P

Uma mensagem de Natal foi espalhada via telefone celular. Caio enviou para Aline, que enviou para mais 3 pessoas; cada uma dessas 3 pessoas enviou para outras 3, que, por sua vez, enviaram para outras 3.

a) Quantas mensagens foram enviadas? Escreva a resposta como uma adição de potências e, então calcule o número de mensagens.

$1^3, 3^3, 3^3$. Total 13.

Fonte: Material cedido pelo professor $PE_3$,

A aluna não soube responder. Ela poderia usar a potenciação e calcular $3^0 + 3^1 + 3^2 + 3^3 = 1 = 3 = 9 + 27 = 40$ ($PE_3$).

**Figura 30 – Registro do aluno $A_1PE_4$**

3º) Resolva o problema:

Uma mensagem de Natal foi espalhada via telefone celular. Caio enviou para Aline, que enviou para mais 3 pessoas; cada uma dessas 3 pessoas enviou para outras 3, que, por sua vez, enviaram para outras 3.

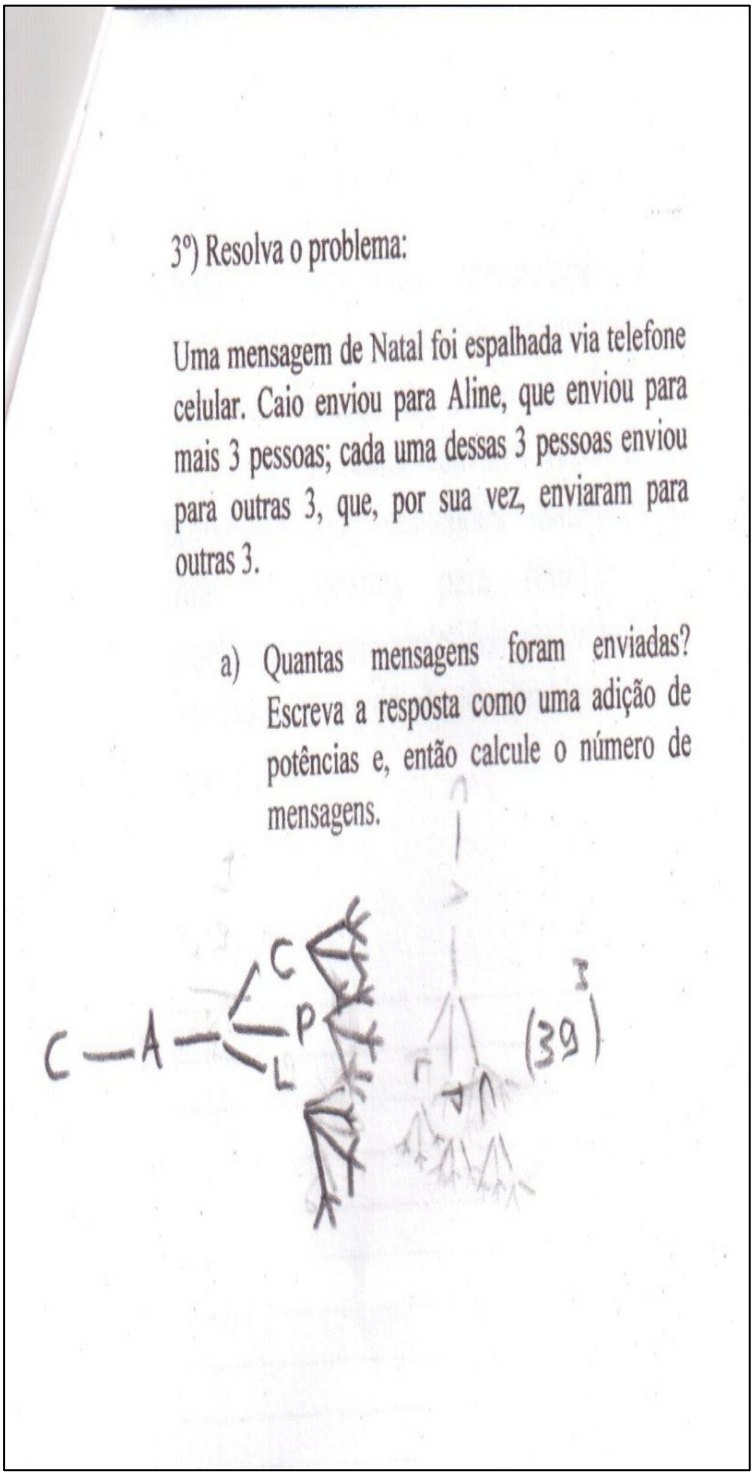
a) Quantas mensagens foram enviadas? Escreva a resposta como uma adição de potências e, então calcule o número de mensagens.

1
3
3
3
3
3
3
3
―――
22

Fonte: Material cedido pelo professor $PE_4$.

A aluna se equivocou, pois esqueceu que para cada um dos três enviados era enviado para mais três: 1 x3 = 3 x 3 = 9 x 3 = 27 x 3 = 81
$3^4$ = 81 + 1 = 82 ($PE_4$).

**Figura 31 – Registro do aluno $A_2PM_2$**



3º) Resolva o problema:

Uma mensagem de Natal foi espalhada via telefone celular. Caio enviou para Aline, que enviou para mais 3 pessoas; cada uma dessas 3 pessoas enviou para outras 3, que, por sua vez, enviaram para outras 3.

a) Quantas mensagens foram enviadas? Escreva a resposta como uma adição de potências e, então calcule o número de mensagens.

Fonte: Material cedido pelo professor $PM_2$.

Quanto à potenciação, percebe-se ainda que a grande maioria dos alunos não domina a multiplicação, contribuindo assim para o difícil aprendizado de outros conteúdos da grade curricular ($PM_2$).

Os problemas 2 e 3 oferecem a oportunidade de trabalhar o princípio multiplicativo (PFC). Apresentam características dos problemas de combinação abordados por Van de Walle (2009), pois a contagem das combinações permite determinar probabilidades. Destaca-se ainda que a ideia de diagrama de árvore apresentada pelo professor $PM_1$, que pode ser intercalada à ideia de trabalhar a representação em árvore, de Vergnaud (2009), o que possibilita iniciar o estudo sobre combinatória.

3.7.1.3 Item 3: Problema de potenciação que envolve notação científica

a) Primeiro problema que envolve notação científica

O objetivo da aplicação desse tipo de problema foi relacionar as estratégias de resolução construídas pelos alunos para o registro de números grandes representados por meio de notação científica.

Os professores $PE_1$ e $PM_2$, em suas analises, mencionaram a oportunidade de trabalhar a notação científica por meio do registro reduzido de números grandes a partir de potências de base 10.

**Figura 32 – Registro do aluno $A_2PE_1$.**

5º) Leia com atenção o texto seguinte:
Em **10.000** a.C., fim da era glacial, os seres humanos viviam em cavernas e dependiam de caça, pesca e frutas para viver. Estima-se que, então, a população mundial era de **4.000.000** de habitantes. Hoje a população mundial ultrapassa **6 bilhões** de habitantes, e estima-se que, 2050, chegue a **9 bilhões.**

Para expressar 4.000.000 usando potências de base 10, fazemos a seguinte decomposição:

$4.000.000 = 4.\{1.000.000\} = 4.\ 10^6$

Escreva usando potências de base 10, os outros números destacados no texto acima.

10.000 a.C. =

$10.000 = 10 , \{1.000\} = 10 , 10^{10}$

6 Bi. =

$6.000.000.000 = 6 \cdot \{1.000.000.000\} = 6 , 10^{20}$

Fonte: Material cedido pelo professor $PE_1$

O aluno entendeu o processo da decomposição para os números destacados, porém não soube expressar esses mesmos números a partir da decomposição em potência. Essa questão propicia trabalhar com notações científicas, tão importante no ensino médio, nas disciplinas Física e Química, abordadas na 8ª série ($PE_1$).

**Figura 33 – Registro do aluno $A_1PM_2$**

5º) Leia com atenção o texto seguinte:
Em **10.000** a.C., fim da era glacial, os seres humanos viviam em cavernas e dependiam de caça, pesca e frutas para viver. Estima-se que, então, a população mundial era de **4.000.000** de habitantes. Hoje a população mundial ultrapassa **6 bilhões** de habitantes, e estima-se que, 2050, chegue a **9 bilhões**.

Para expressar 4.000.000 usando potências de base 10, fazemos a seguinte decomposição:

$$4.000.000 = 4.\left\{1.000.000\right\} = 4.\ 10^6$$

Escreva usando potências de base 10, os outros números destacados no texto acima.

$4.10^6$
$10.10^5$
$6.10^6$
$9.10^6$

Fonte: Material cedido pelo professor $PM_2$.

O aluno demonstrou a necessidade da notação científica, um recurso para facilitar o registro de grandes e pequenas quantidades. Há dificuldade nas principais operações fundamentais, que são indispensáveis na resolução desse problema ($PM_2$).

Os demais professores restringiram-se à possibilidade de trabalhar a base 10 na potenciação.

**Figura 34 – Registro do aluno $A_1PM_1$**

5º) Leia com atenção o texto seguinte:

Em **10.000** a.C., fim da era **glacial**, os seres humanos viviam em cavernas e **dependiam** de caça, pesca e frutas para viver. Estima-se que, então, a população mundial era de **4.000.000** de habitantes. Hoje a população mundial ultrapassa **6 bilhões** de habitantes, e estima-se que, 2050, chegue a **9 bilhões**.

Para expressar 4.000.000 usando potências de base 10, fazemos a seguinte decomposição:

$4.000.000 = 4.\{1.000.000\} = 4.\,10^6$

Escreva usando potências de base 10, os outros números destacados no texto acima.

$6.000.000.000 = 6.\{1.000.000.000\} = 6.10^9$

$9.000.000.000 = 9.\{1.000.000.000\} = 9.10^9$

Fonte: Material cedido pelo professor $PM_1$.

O aluno entendeu e por isso respondeu à questão de maneira correta, colocando na ordem de potência o valor correto de cada expoente ($PM_1$).

**Figura 35 – Registro do aluno $A_1PE_2$**

5º) Leia com atenção o texto seguinte:

Em **10.000** a.C., fim da era glacial, os seres humanos viviam em cavernas e dependiam de caça, pesca e frutas para viver. Estima-se que, então, a população mundial era de **4.000.000** de habitantes. Hoje a população mundial ultrapassa **6 bilhões** de habitantes, e estima-se que, 2050, chegue a **9 bilhões**.

Para expressar 4.000.000 usando potências de base 10, fazemos a seguinte decomposição:

$4.000.000 = 4.\{1.000.000\} = 4.\ 10^6$

Escreva usando potências de base 10, os outros números destacados no texto acima.

$10.000 = 10.\{1000\} = 10.100^{10}$

$6.000.000.000 = 6.\{1.000.000.000\} = 6.600^{100}$

$9.000.000.000 = 9.\{1000.000.000\} = 9.900^{100}$

Fonte: Material cedido pelo professor $PE_2$.

Todos os resultados obtidos estão incorretos, pois ela deveria ter utilizado potência de base 10. Pode-se dizer que os alunos que não acertaram foi porque não tinham ainda visto potência dessa forma em sala, pois estava-se apenas na introdução do conteúdo ($PE_2$).

**Figura 36 – Registro do aluno $A_3PE_3$**

5º) Leia com atenção o texto seguinte:
Em **10.000** a.C., fim da era glacial, os seres humanos viviam em cavernas e dependiam de caça, pesca e frutas para viver. Estima-se que, então, a população mundial era de **4.000.000** de habitantes. Hoje a população mundial ultrapassa **6 bilhões** de habitantes, e estima-se que, 2050, chegue a **9 bilhões.**

Para expressar 4.000.000 usando potências de base 10, fazemos a seguinte decomposição:

$4.000.000 = 4.\{1.000.000\} = 4.\ 10^6$

Escreva usando potências de base 10, os outros números destacados no texto acima.

$10.000 = 1.\{10.000\} = 1.10^6$

$6.000.0000 = 6\{3.600.0000\} = 6.10^6$

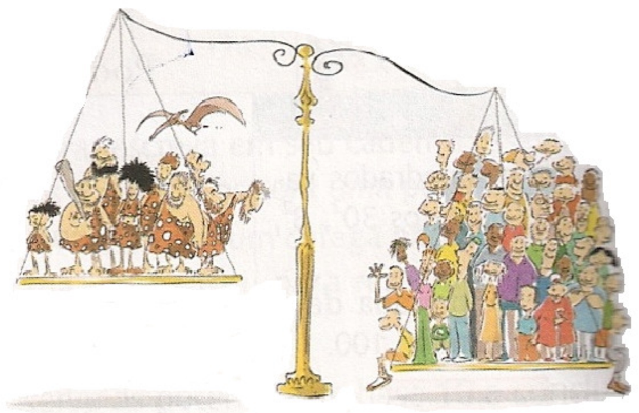
$9.000.0000\ 9\{30.000.0000\}\ 9.10^6$

Fonte: Material cedido pelo professor $PE_3$.

O aluno escreveu todos os números com expoente 6. Ele deveria ter colocado no primeiro número o expoente 4, e no segundo e terceiro número o expoente 9. Conteúdos a serem estudados: potência de base 10; notação científica. Essa resolução serve para abreviar os números grandes usando a potência de 10 ($PE_3$).

**Figura 37 – Registro do aluno $A_1PE_4$**

5º) Leia com atenção o texto seguinte:
Em **10.000** a.C., fim da era glacial, os seres humanos viviam em cavernas e dependiam de caça, pesca e frutas para viver. Estima-se que, então, a população mundial era de **4.000.000** de habitantes. Hoje a população mundial ultrapassa **6 bilhões** de habitantes, e estima-se que, 2050, chegue a **9 bilhões**.



Para expressar 4.000.000 usando potências de base 10, fazemos a seguinte decomposição:

$4.000.000 = 4.\{1.000.000\} = 4.\ 10^6$

Escreva usando potências de base 10, os outros números destacados no texto acima.

$10^4$

$10^6$

$10^9$

$10^9$

Fonte: Material cedido pelo professor $PE_4$.

Equivocou-se com o número que virá a multiplicar a base 10.
Exemplo:
$10.000 = 10^4$. Esse ela acertou, pois entendeu que existe o número 1.
Exemplo $1 . 10^4$
$6.000.000.000 = 6 . 10^9$
$9.000.000.000 = 9 . 10^9$ ($PE_4$).

Nesse tipo de problema de potenciação, segundo Van de Walle (2009), há a oportunidade de desenvolver uma escrita compacta e eficaz dos números grandes apresentados no enunciado, por meio da notação científica, o que remete à importância de comunicar de forma abreviada as informações e quantidades. Pode-se inferir que esses professores demonstraram, em suas análises conhecimento do conteúdo da matéria, conforme a perspectiva abordada por Shulman (1986), e mencionaram conhecimentos que poderiam ser trabalhados junto ao conteúdo potenciação. Os outros professores ($PE_2$, $PE_3$ e $PE_4$) não ajuntaram nenhum outro conhecimento além da potenciação, demonstrando ter conhecimento apenas do conteúdo.

## 3.8 Conhecimento Curricular

O conhecimento curricular diz respeito não somente aos conteúdos e objetivos do planejamento, mas à capacidade de conhecer e articular um conteúdo com o seu contexto metodológico. Pesquisas indicam que o modo como o professor interpreta e implementa o currículo em sala de aula depende de seu conhecimento e suas ideias com relação à Matemática e ao ensino e aprendizagem da disciplina ( POLETTINI, 1999).

Ao serem questionados sobre os conteúdos matemáticos que conseguiam transpor no estudo da potenciação, os professores $PE_1$, $PE_2$ e $PE_3$ declararam que trabalham apenas a multiplicação.

> Tem que trabalhar potenciação e precisa de um recurso anterior, que é a multiplicação. Pra dar a potenciação, que é basicamente um passo de um conteúdo a outro, é mínimo, é uma questão de visualização no 6º ano ($PE_1$).
> Na verdade, o assunto potenciação vem sendo trabalhado desde a 3ª série com a multiplicação, porque na verdade a potenciação é uma multiplicação da mesma base. Se o aluno tiver uma boa base com multiplicação, vai ter um grande sucesso com potenciação. Mas vejo que a potenciação deveria ter sido uma base bem antes do 5º ano, para no 6º ano ter mais facilidade. Outros conteúdos a partir da potenciação: a multiplicação, radiciação, que é a operação inversa da potenciação ($PE_2$).
> Sem dúvida, com a potenciação poderia trabalhar a multiplicação e resolução de problemas ($PE_3$).

Os professores $PM_1$ e $PM_2$ declararam que as operações fundamentais são sempre a base do ensino.

> Eu sempre digo: as quatro operações são a base de tudo, dessa iniciação de 6º, 4º, 5º ano. Sabendo disso, a potenciação é mais uma consequência ($PM_1$).
> É indispensável que seja iniciada no 6º ano, agora é como eu já falei anteriormente, quando o aluno já tem uma base, essa base no 4º, 5º ano, onde ele precisa aprender

> as quatro operações. Porque essas quatro operações vão dar um embasamento ao aluno pra que no 6º ano essa potenciação seja introduzida ($PM_2$).

O professor $PE_4$ declarou que, no ensino de potenciação, desenvolve o estudo de outros conteúdos, como equações, monômios, cálculo algébrico, multiplicação. Pode-se conjecturar que esse professor julga que o estudo de potenciação possibilitará, em outro momento, o estudo desses outros conteúdos: “Sim, realizo a transposição de conteúdos, como equações, monômios, cálculo algébrico, multiplicação”.

Na análise de alguns dados das entrevistas, verificou-se que tais professores não apresentaram em suas propostas e metodologias a contextualização do conteúdo potenciação, nem trabalharam numa perspectiva de transposição didática.

Com base nos apontamentos de Shulman (1986), observa-se que tais professores não promovem um conhecimento do conteúdo num contexto interdisciplinar, mas apenas trabalham o conteúdo. Para esse autor, é preciso, além de compreender e saber organizar o conteúdo é preciso valorizar os processos de produção em diferentes perspectivas, para que se possa relacionar o conteúdo com outras áreas do conhecimento.

Os professores não evidenciaram em suas falas o contexto histórico como item de estudo na introdução do conteúdo potenciação, nem informaram dados sobre procedimentos metodológicos na proposta curricular. Acrescentam outros conteúdos da própria área, mas sem especificar os procedimentos metodológicos. Entende-se que tal conhecimento não está presente na prática da sala de aula, nem se identificam vestígios do conhecimento curricular nos registros que tratam da formação desses professores. O conhecimento e as ideias do professor sobre a Matemática, o ensino e a aprendizagem parecem ser fortemente influenciados por suas experiências prévias como estudantes de Matemática (POLETTINI, 1999).

# CONSIDERAÇÃOES FINAIS

Nesta pesquisa buscou-se investigar os conhecimentos docentes acerca da potenciação. E por meio de um estudo de caso, foram investigados professores de Matemática do 6º ano do Ensino Fundamental de escolas estaduais da 7ª CRE de Alagoas. No que se refere ao conhecimento docente, pode-se conjecturar, a partir da análise dos dados coletados, que os conhecimentos desses professores acerca de potenciação constituem uma problemática que permeia o ensino desde a Formação Inicial e se estende até a sala de aula. A questão pode ser colocada, nos seguintes termos: o processo de formação na Licenciatura em Matemática veicula saberes que, eventualmente, podem ser considerados "inúteis" para a prática docente (MOREIRA, 2004).

Com base nas concepções de Shulman (1986) acerca do conhecimento do conteúdo, do conhecimento da didática do conteúdo e do conhecimento curricular, constata-se que os sujeitos desta pesquisa apropriam-se do conhecimento do conteúdo, mas não de acordo com a abordagem desse teórico. Para ele, o conhecimento do conteúdo da matéria representa saber organizar esse conteúdo, entender seu processo de produção e intercalá-lo a outros conhecimentos, de forma interdisciplinar. Nos registros desses professores evidencia-se o conhecimento do conteúdo puramente técnico, baseado em procedimentos de cálculo, com técnicas de repetição e reprodução de livros didáticos. Isso corrobora integralmente a hipótese deste trabalho: os professores de Matemática do 6º ano do Ensino Fundamental conhecem o conteúdo.

De acordo com Moreira (2004), o conhecimento dos professores de licenciatura deve contribuir para o ensino, o que é bem diferente de conhecer apenas as propriedades formais, os postulados, as definições e os conceitos adotados pelos cursos de Formação Inicial, desarticulados com conhecimentos que são fundamentais para a prática docente.

Nas análises, ficou evidenciado que os professores têm consciência da importância de ter um conhecimento mais amplo, que vai além do conteúdo, que englobe também as dimensões da didática e do currículo de Matemática. Contudo, voltam-se apenas ao campo multiplicativo, identificam nos problemas de potenciação apenas a estrutura multiplicativa. Também atribuem as dificuldades encontradas pelo aluno e o insucesso no trabalho com o conteúdo potenciação à deficiência de ensino e aprendizagem dos anos anteriores ao 6º ano do Ensino Fundamental.

Constataram-se ainda, na análise, indícios de uma proposta de ensino voltada apenas para o conteúdo proposto, na qual o conteúdo de potenciação costuma ser abordado de forma técnica, desarticulado da resolução de problemas, que constitui de acordo com os Parâmetros Curriculares, o eixo norteador do ensino de Matemática. Os professores deixaram evidente que não trabalham conteúdos a partir de problemas matemáticos, só utilizando a resolução de problemas integrada ao estudo das operações básicas, e, segundo Carvalho (2007), consideram a resolução de um problema a simples, aplicação de uma conta.

A partir da análise dos dados, os professores percebem a possibilidade de articular o assunto potenciação a outros conteúdos de Matemática, como probabilidade, combinatória, representação de árvore, notação científica articulada à resolução de problemas, além da interligação com outras áreas do conhecimento como a Biologia e a Física. Embora reconheçam essa possibilidade de articulação não evidenciam isso na sua prática de ensino.

Com base nas análises realizadas, acredita-se que este estudo poderá contribuir com outras pesquisas sobre o currículo e a formação inicial e continuada de professores que ensinam Matemática, remetendo tanto aos matemáticos como aos pedagogos. Os dados evidenciados nas atividades realizadas pelos alunos do 6º ano do Ensino Fundamental apontam a necessidade de continuar investigando a aplicabilidade dos campos conceituais e em particular, neste estudo, do campo multiplicativo.

Ressalte-se ainda a necessidade de articular o estudo de conteúdos na formação inicial dos professores de Matemática com as práticas metodológicas, de forma que desde a licenciatura eles consigam estabelecer conhecimentos curriculares que contribuam para a sua atuação na educação básica. Se tiverem uma formação baseada em conhecimentos curriculares que possibilitem o estudo de potenciação desde o campo multiplicativo, esses professores poderão ter melhor desempenho no ensino de outros conteúdos como a função logarítmica e exponencial vistas no Ensino médio. Por fim, este estudo evidencia a importância de serem realizadas pesquisas sobre a interação de grupos de estudo com os futuros professores que ensinarão Matemática, os que estão sendo formados nas universidades, e os professores que já atuam na prática escolar.

# REFERÊNCIAS

BLANCO, Maria M. A formação inicial de professores de matemática: fundamentos para a definição de um *Curriculum*. In: FIORENTINI, Dario. **Formação de professores de matemática**: explorando novos caminhos com outros olhares. Campinas: Mercado de Letras, 2003. p. 51-86.

BONJORNO, José R. **Matemática**: fazendo a diferença: 5ª série. São Paulo: FTD, 2006.

BOYER, Carl B. **História da Matemática**. São Paulo: Blucher, 2010.

BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto, Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: matemática. Brasília, DF, 2001.

CÂNDIDO, Patrícia T. Comunicação em matemática. In: SMOLE, Kátia Stocco (Org.). **Ler, escrever e resolver problemas**. Porto Alegre: Artmed, 2001. p. 15-28.

COSTA, Marília L.; LINS, Abigail F. Trabalho colaborativo e utilização das tecnologias da informação e comunicação na formação do professor de matemática. **Educ. Matem. Pesq**., São Paulo, v. 12, n. 3, p. 452-470, 2010.

CARAÇA, Bento de J. **Conceitos fundamentais da Matemática**. Lisboa: Gradiva, 2010.

CARVALHO, Mercedes. **Ensino da matemática em curso de pedagogia:** a formação do professor polivalente. 2009**.** Tese (Doutorado em Educação Matemática) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2009.

**______**. **Estágio na licenciatura em matemática:** observações nos anos iniciais. Petrópolis: Vozes; Maceió: Edufal, 2012.

**______.Problemas? mas que problemas?!** : estratégias de resolução de problemas matemáticos em sala de aula. Petrópolis: Vozes, 2007.

CHIZZOTTI, Antonio. **Pesquisa em ciências humanas e sociais**. São Paulo: Cortez, 2001.

**______**. **Pesquisa qualitativa em ciências humanas e sociais**. Petrópolis: Vozes, 2006.

DANTE, Luiz R. **Matemática:** contexto e aplicações. São Paulo: Ática, 2010.

DINIZ, Maria I. Resolução de problemas e comunicação. In: SMOLE, Kátia S. (Org.). **Ler, escrever e resolver problemas.** Porto Alegre: Artmed, 2001. p. 87-97.

**______**. Os problemas convencionais nos livros didáticos. In: SMOLE, Kátia S. (Org.). **Ler, escrever e resolver problemas**. Porto Alegre: Artmed, 2001. p. 99-101.

FELTES, Rejane Z. **Análise de erros em potenciação e radiciação:** um estudo com alunos de Ensino Fundamental e Médio. 2007. Dissertação (Mestrado).- Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul,  Porto Alegre, 2007.

FERREIRA, Ana C. Um olhar retrospectivo sobre a pesquisa brasileira em formação de professores de Matemática. In: FIORIENTINI, D. **Formação de professores de matemática:** explorando novos caminhos com outros olhares. Campinas: Mercado de Letras, 2003. p. 19-50.

FIORENTINI, Dario (Org.). **Formação de professores de matemática:** explorando novos caminhos com outros olhares. Campinas: Mercado de Letras, 2003.

______; CRISTOVÃO, Eliane M. (Org.). **Histórias e investigações de/em aulas de Matemática**. Campinas: Alínea, 2010.

______; LORENZATO, Sergio. **Investigação em educação matemática**: recursos teóricos e metodológicos. Campinas: Autores Associados, 2009.

FOSSA, John A. **Ensaios sobre a educação matemática**. Belém: Eduepa, 2001.

FRANCO, Maria L. **Análise de conteúdo**. Brasília, DF: Liber Livro, 2008.

GUIA de estudo: proformação: módulo III. Brasília, DF: MEC: Fundescola, 2000.

HILTON, Japiassu. **Dicionário básico de filosofia**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2006.

IEZZI, Gelson; DOLCE, Osvaldo; MACHADO, Antonio. **Matemática e realidade**: 5ª série. São Paulo: Atual, 2005.

LAGES, Elon et al. **A matemática do ensino médio**. Rio de Janeiro: SBM, 2006. v.1

LIMA. Rosimeire R. **Campo Multiplicativo:** estratégias de resolução de problemas de divisão de alunos do 4º ano do ensino fundamental em escolas públicas de Maceió. 2012. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2012.

MERCADO, Luis P. **Dificuldades na educação à distância on line**. Maceió: UFAL, 2007.

MOREIRA, Plínio C. **Conhecimento matemático do professor:** formação na licenciatura e prática docente na escola básica**.** Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2004.

______.Formação matemática do professor da escola básica: qual Matemática?**.** In: CUNHA, Ana Maria de O. (Org.). **Convergências e tensões no campo da formação e do trabalho docente**. Belo Horizonte: Autêntica, 2010. p. 675-691.

NUNES, Terezinha et al. **Introdução à educação matemática:** os números e as operações numéricas. São Paulo: Proem, 2001.

ONUCHIC, Lourdes de La Rosa. Ensino-aprendizagem de matemática através da resolução de problemas. In: BICUDO, Maria A. (Org.). **Pesquisa em educação matemática:** concepções & perspectivas. São Paulo: Unesp, 1999. p. 199-218.

ONUCHIC, Lourdes de La Rosa; ALLEVATO, Norma S. Novas reflexões sobre o ensino-aprendizagem de Matemática através da resolução de problemas. In: BICUDO, Maria A. V.; BORBA, Marcelo C. (Org.). **Educação matemática**: pesquisa em movimento. São Paulo: Cortez, 2004. p. 213-231.

PAIAS, Ana M. **Diagnóstico dos erros sobre a operação potenciação aplicada a alunos dos ensinos fundamental e médio**. 2009. Dissertação (Mestrado) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo São Paulo, São Paulo, 2009.

PAIS, Luiz C. **Transposição Didática**. In: MACHADO, Silvia D. (Org.). **Educação matemática**: uma nova introdução. São Paulo: EDUC, 2010. p. 11-48.

PARATELI, Conceição A. A escrita no processo de aprender matemática**.** In: FIORENTINI, Dario; CRISTOVÃO, Eliane M. (Org.). **Histórias e investigações de/ em aulas de matemática**. Campinas: Alínea, 2010. p. 39-53.

PEREIRA, Júlio E. As licenciaturas e as novas políticas educacionais para a formação docente. **Educação & Sociedade**, Campinas, ano 20, n. 68, p. 109-125, dez 1999.

POLETTINI, Altair F. Análise das experiências vividas determinando o desenvolvimento profissional do professor de Matemática. In: BICUDO, Maria A. **Pesquisa em educação matemática:** concepções & perspectivas. São Paulo: UNESP, 1999. p. 247-261.

POLYA, G. **A arte de resolver problemas.** Rio de Janeiro: Interciência, 2006.

PONTE, João P. Prefácio. In: FIORENTINI, Dário; CRISTOVÃO, Eliane M. (Org.). **História e investigação de/em aulas de matemática**. Campinas: Alínea, 2010.

PONTES, Maria G. A formação de professores de Matemática no Brasil. In: SALES, José A. (Org.). **Formação e práticas docentes.** Fortaleza: Eduece, 2007.

POZO, Juan I. (Org.). **A solução de problemas:** aprender a resolver, resolver para aprender. Porto Alegre: Artmed, 1998.

PROJETO Araribá. **Matemática**: 5ª série. São Paulo: Moderna, 2006.

RIBEIRO, Jackson. **Matemática:** ciência, linguagem e tecnologia, 1: ensino médio. São Paulo: Scipione, 2010.

RUMSTAIN, Alline de C. et. al. Um estudo sobre os conhecimentos de uma professora de Matemática, segundo Lee Shulman. **Horizontes**, v. 27, n. 1, p. 33-41, jan./jun. 2009.

SHULMAN, Lee S. Those who understand: knowledge growth. **Teaching Educacional Researcher,** v. 15, n. 2, p. 4-14, 1986.

______; WILSON, Suzzane M.; Grossman, Pamela L. Profesores de subtancia: El conocimiento de la matéria para enseñanza. Profesorado. **Revista de Currículum y Formación de Profesorado,** año 9, n. 2, 2005.

SIERRA, G. M. Explicación sistêmicas de fenómenos didácticos ligados a lãs convenciones matemáticas de los expoentes. **Relime**, v. 5, n. 1, mar. 2002.

SILVA, Luiz G. **Resolução de problemas matemáticos na educação básica**: interação entre a linguagem matemática e a língua materna. 2012. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2012.

TARDIF, Maurice. **Saberes docentes e formação profissional**. Petrópoles: Vozes, 2010.

VAN DE WALLE, John A. **Matemática no ensino fundamental**: formação de professores e aplicação em sala de aula. 8. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

VERGNAUD, Gérard. **A criança, a Matemática e a realidade:** problemas do ensino da Matemática na escola elementar. Curutiba: Ed. da UFPR, 2009.

XAVIER, Claudio; BARRETO, Benigno. **Matemática aula por aula**. São Paulo: FTD, 2005.

YIN, Roberto K. **Estudo de caso**: planejamento e métodos. Porto Alegre: Bookman, 2001.

# APÊNDICES

# APÊNDICE A

## ANEXO: MODELO do QUESTIONÁRIO

**Universidade Federal de Alagoas**

**PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO BRASILEIRA – GRUPO EDUCAÇÃO MATEMÁTICA**

| | | |
|---|---|---|
| Nome: | | |
| Formação Acadêmica | Curso: | |
| | Local (nome Instituição): | |
| | Data de conclusão da graduação (mês/ano): | |
| Quanto tempo você tem de magistério (como professor)? | | |
| Experiência como professor | ☐ 1º Grau (Ensino Fundamental - Ciclo II)<br>☐ 2º Grau (Ensino Médio) | |
| Atualmente ministra em que Escola? | ☐ Escola Pública Estadual<br>☐ Escola Pública Municipal<br>☐ Escola Particular | |
| Séries que leciona atualmente: | | |
| Nome da Escola em que atua como professor: | | |
| Endereço/fone para contato: | | |
| Após sua formação acadêmica (graduação) você tem feito outras atividades de formação continuada (Cursos, Palestras, Congressos, Seminários, Workshops), relacionados com a sua profissão (professor)? ☐ SIM ☐ NÃO | | |
| Se sim, quais forma esta atividades de que você participou? (Nome/Instituição que a promoveu) | | |

**OBS.**: este questionário destina-se exclusivamente para uma pesquisa com professores de Matemática do 6º ano do Ensino Fundamental , desenvolvida dentro do Programa de Pós-Graduação da Universidade Estadual de Alagoas - UFAL. Está garantido o direito de anonimato dos participantes,ou seja, em nenhum momento será divulgado o nome dos participantes da mesma.

*Pesquisador responsável: Miriam Correia da Silva*

## APÊNDICE B

# MODELO DA ATIVIDADE

ESCOLA_______________________________________________________________
PROFESSOR(A) DE MATEMÁTICA__________________________________________

| ALUNO (a) | | | |
|---|---|---|---|
| 6º ANO | ENSINO FUNDAMENTAL II | TURNO | DATA |

Leia com atenção as questões a seguir analisando as informações dadas. Depois, busque solucioná-las.

Sua participação proporcionará dados importantes para o desenvolvimento do conhecimento matemático escolar e para repensar o processo de ensino e aprendizagem.

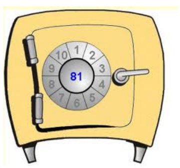
---

Atividade:

1º) Marizilda decidiu fazer economia durante 10 dias, deste modo:

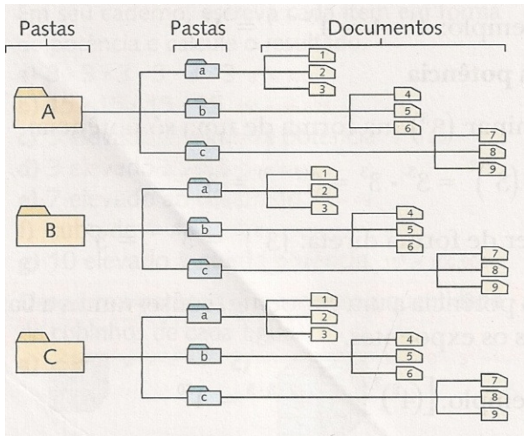
No 1º dia economizou 2 centavos, no 2º dia 4 centavos, no 3º dia 8 centavos. E assim por diante, cada dia separando o dobro do dia anterior.

a) Qual a quantia que ela economizou no 7º dia, em reais?




b) Represente essa quantia na forma de potência.

2º) Veja como Joana organizou seus documentos no computador:




Joana abriu três pastas: A, B e C. Depois, para cada uma dessas pastas, ela abriu outras 3 (**a**, **b** e c), e dentro de cada uma destas colocou 3 documentos.

Agora escreva na forma de potência, o número de documentos que Joana tem.

Professor faça uma interpretação dos problemas de potenciação desenvolvidos por seus alunos de como resolveu o problema, de como deveria resolver o problemas, que conteúdos matemáticos foram necessários para resolver os problemas e que conteúdos poderiam ser estudados a partir destes problemas de potenciação:

1º) Questão

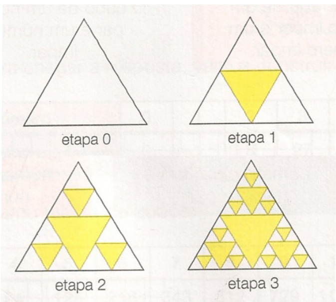
2º) Questão

3º) Resolva o problema:

Uma mensagem de Natal foi espalhada via telefone celular. Caio enviou para Aline, que enviou para mais 3 pessoas; cada uma dessas 3 pessoas enviou para outras 3, que, por sua vez, enviaram para outras 3.

a) Quantas mensagens foram enviadas? Escreva a resposta como uma adição de potências e, então calcule o número de mensagens.

4º) Nesta seqüência de triângulos, cada triângulo branco origina quatro outros triângulos: três brancos e um amarelo:

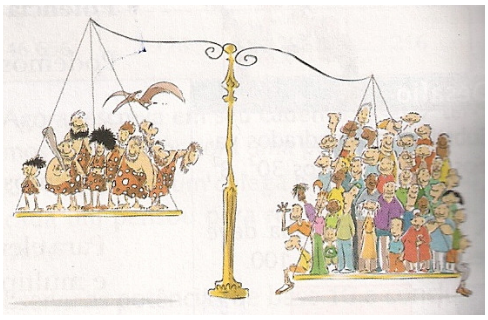



a ) Quantos triângulos brancos aparecerão na etapa 4?

b ) E na etapa 7?

c ) Expresse a quantidade de triângulos brancos dessa seqüência em forma de potências de base 3.

5º) Leia com atenção o texto seguinte:
Em **10.000** a.C., fim da era glacial, os seres humanos viviam em cavernas e dependiam de caça, pesca e frutas para viver. Estima-se que, então, a população mundial era de **4.000.000** de habitantes. Hoje a população mundial ultrapassa **6 bilhões** de habitantes, e estima-se que, 2050, chegue a **9 bilhões**.



Para expressar 4.000.000 usando potências de base 10, fazemos a seguinte decomposição:

$4.000.000 = 4 \cdot \{1.000.000\} = 4 \cdot 10^6$

Escreva usando potências de base 10, os outros números destacados no texto acima.

Professor faça uma interpretação dos problemas de potenciação desenvolvidos por seus alunos de como resolveu o problema, de como deveria resolver o problemas, que conteúdos matemáticos foram necessários para resolver os problemas e que conteúdos poderiam ser estudados a partir destes problemas de potenciação:

3º) Questão

4º)Questão

## APÊNDICE C

ROTEIRO da ENTREVISTA

Universidade Federal de Alagoas

PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO BRASILEIRA – GRUPO EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

[1] Fale um pouco sobre sua formação como professor de matemática.

[2] Como tem sido a sua experiência ao trabalhar com alunos do 6º ano do Ensino Fundamental 2? E quais conteúdos você prioriza para este ano escolar?

[3] Você tem trabalhado com resoluções de problemas como um recurso para o ensino da matemática? Como tem sido esta experiência e que resultados você obtive na aprendizagem dos alunos?

[4] Já trabalhou o assunto potenciação a partir da resolução de problemas matemáticos? Como foi a experiência e quais resultados você obtive no processo de ensino aprendizagem?

[5] Você já participou de alguma formação em matemática com o tema "Resolução de Problemas"?

[6] Você encontra recursos didáticos com facilidade para trabalhar potenciação? Se sim, quais recursos utiliza?

[7] Você considera o assunto potenciação com números naturais fundamental para ser iniciado no 6º ano? Que outros conteúdos matemáticos você consegue transpor para o estudo com potenciação?

[8] O que foi priorizado sobre potenciação durante seus estudos na educação básica? E durante a licenciatura em matemática que conteúdo denunciou a necessidade de se estudar potenciação?

[9] Como você analisa as dificuldades dos seus alunos com o assunto potenciação?

[10] Como você analisa as dificuldades dos alunos do Ensino Médio com o assunto que envolve potenciação como as funções exponenciais e logarítmicas? Por que denotam falta de domínio no conteúdo potenciação, se estudaram no ensino fundamental?

OBS.:
Local do depoimento:______________________________________________________
DATA/LOCAL _________________________________________________________

## APÊNDICE D

## AUTORIZAÇÃO

Eu,____________________________________________________________, com identidade nº_____________, responsável por__________________________________________________________________, autorizo sua participação junto ao professor de matemática do 6º ano____________________________________________ e junto a Miriam Correia da Silva, R. G. 1.553.830, a realizar a coleta de dados para a sua pesquisa de mestrado cujo tema trata sobre os Conhecimentos e Práticas dos Professores de matemática a partir das estratégias de resolução de problemas de potenciação.

Declaro ter sido informado/a do teor da pesquisa e estou ciente que não haverá identificação dos sujeitos e da instituição que farão parte da pesquisa.

União dos Palmares, ___de____________de_______.

________________________________________________________________

## APÊNDICE E

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (T.C.L.E.)

> ***"O respeito devido à dignidade humana exige que toda pesquisa se processe após consentimento livre e esclarecido dos sujeitos, indivíduos ou grupos que por si e/ou por seus representantes legais manifestem a sua anuência à participação na pesquisa."*** (Resolução. nº 196/96-IV, do Conselho Nacional de Saúde)

Eu,**..........................................................................................................** , tendo sido convidad(o,a) a participar como voluntário (a) do estudo da pesquisa **EDUCAÇÃO MATEMÁTICA: conhecimentos docentes acerca de potenciação,** a ser realizado nas escolas da 7ª Coordenadoria de Ensino do Estado de Alagoas e em escolas municipais de União dos Palmares, pertencentes à rede pública de ensino, recebi do(a) Sr. **Miriam Correia da Silva**, do Centro de Educação da Universidade Federal de Alagoas, responsável por sua execução, as seguintes informações que me fizeram entender sem dificuldades e sem dúvidas os seguintes aspectos:

- Que o estudo se destina a analisar as interpretações apresentadas por professores de matemática a partir da aplicação de problemas de potenciação do 6º ano do ensino fundamental II; analisar os dados profissionais e as informações colhidas na entrevista semi estruturada, para descrever os conhecimentos docentes destes professores de matemática.

- Que esse estudo começará em **17/01/2012** e terminará em **17/03/2012.**

- Que o estudo será feito da seguinte maneira: aplicação de um questionário aos professores de matemática do 6º ano do Ensino Fundamental, aplicação de uma atividade com problemas de potenciação para em seguida serem interpretadas as resoluções pelos professores e a realização de uma entrevista semi estruturada.

- Que eu participarei das seguintes etapas: momento da aplicação do questionário aos professores, acompanhamento do momento da interpretação das resoluções dos problemas de potenciação, e participarei de uma entrevista semi-estruturada.

- Que não existem outros meios conhecidos para se obter os mesmos resultados.

- Que a participação no estudo não me causará nenhum incômodo.

- Que a participação no estudo não trará riscos à minha saúde física ou mental.

- Que, sempre que desejar será fornecido esclarecimentos sobre cada uma das etapas do estudo.

- Que, a qualquer momento, eu poderei recusar a continuar participando do estudo e, também, que eu poderei retirar este meu consentimento, sem que isso me traga qualquer penalidade ou prejuízo.

- Que as informações conseguidas através da minha participação não permitirão a identificação da minha pessoa, exceto aos responsáveis pelo estudo, e que a divulgação das mencionadas informações só será feita entre os profissionais estudiosos do assunto.

- Que eu não deverei ser indenizado por qualquer despesa que venha a ter com a minha participação nesse estudo.

Finalmente, tendo eu compreendido perfeitamente tudo o que me foi informado sobre a minha participação no mencionado estudo e estando consciente dos meus direitos, das minhas responsabilidades, dos riscos e dos benefícios que a minha participação implica, concordo em dele participar e para isso eu DOU O MEU CONSENTIMENTO SEM QUE PARA ISSO EU TENHA SIDO FORÇADO OU OBRIGADO

| |
|---|
| **Endereço do(a) participante-voluntário(a)** |
| Domicílio: (rua, praça, conjunto): |
| Bloco /Nº: /Complemento: |
| Bairro/CEP/Cidade: /Telefone/e-mail: |
| Ponto de referência: |

| |
|---|
| **Contato de urgência**: Sr(a).<br>Domicílio: (rua, praça, conjunto): Av. Engº Mário de Gusmão<br>Bloco/Nº: /Complemento: nº 74<br>Bairro/CEP/Cidade: /Telefone/e-mail: Ponta Verde – CEP:53 – Maceió – tel.: (82) 9311-0997 – email: mbettacs@uol.com.br<br>Ponto de referência:Praça do Skate |
| Contato de urgência: Sr(a).Miriam Correia da Silva<br>Domicílio: (rua, praça, conjunto): Rua de Fátima<br>Bloco/Nº: /Complemento: Bloco A – nº 74<br>Bairro/CEP/Cidade: /Telefone/e-mail: Bairro de Fátima – CEP: 578000-000 – União dos Palmares – tel.: (82) 88429725 – email: miriam_am13@hotmail.com<br>Ponto de referência:Praça Padre Cícero |

| |
|---|
| **Endereço do(os) responsável(is) pela pesquisa (OBRIGATÓRIO):** |
| Instituição: Universidade Federal de Alagoas/ Centro de Educação |
| Endereço Campus A. C. Simões, BR 104 - Norte, Km 97, Cidade Universitária - |
| Bloco /Nº: /Complemento: |
| Bairro /CEP/Cidade: Tabuleiro dos Martins, CEP 57072-970, Maceió- AL. |
| Telefones p/contato: (82) 32414523 e 9924 6289 (pesquisador) |

| |
|---|
| **ATENÇÃO: Para informar ocorrências irregulares ou danosas durante a sua participação no estudo, dirija-se ao: Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Alagoas:** |
| **Prédio da Reitoria, sala do C.O.C. , Campus A. C. Simões, Cidade Universitária, Telefone: 3214-1041** |

Maceió, ______de ____________ de 2012.

**Assinatura do(a) voluntário(a) ou responsável legal**

**Mercedes Bêtta Quintano de.Carvalho Pereira dos Santos**

**Miriam Correia da Silva**