



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS TERESINA CENTRAL
CURSO DE LICENCIATURA EM MATEMÁTICA

MARIA CINTIA SANTOS DA CRUZ

**ANÁLISE DOS LIVROS DIDÁTICOS DO PROGRAMA NACIONAL DO LIVRO
DIDÁTICO (PNLD) PARA O 8º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL: abordagem do
cálculo da raiz quadrada não exata e potencial uso do Algoritmo Chinês**

TERESINA

2025

MARIA CINTIA SANTOS DA CRUZ

**ANÁLISE DOS LIVROS DIDÁTICOS DO PROGRAMA NACIONAL DO LIVRO DIDÁTICO (PNLD)
PARA O 8º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL: abordagem do cálculo da raiz quadrada não
exata e potencial uso do Algoritmo Chinês**

Trabalho de Conclusão de Curso (artigo científico)
apresentado como exigência parcial para obtenção do
diploma do Curso de Licenciatura em Matemática do
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do
Piauí, Campus Teresina Central.

Orientador: Prof. Me. Jonathan Lavor da Costa
Coorientador: Prof. Me. Jonh Kennedy Viana Rocha.

**ANÁLISE DOS LIVROS DIDÁTICOS DO PROGRAMA NACIONAL DO LIVRO DIDÁTICO (PNLD)
PARA O 8º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL: abordagem do cálculo da raiz quadrada não exata e
potencial uso do Algoritmo Chinês**

Maria Cintia Santos da Cruz¹
Jonathan Lavor da Costa²

RESUMO

A matemática é essencial na formação dos alunos, mas alguns tópicos, como a raiz quadrada, podem representar desafios. Este conceito, fundamental para a compreensão de outros conteúdos matemáticos e com aplicações práticas, é frequentemente abordado de forma superficial nos livros didáticos. A presente pesquisa, de natureza bibliográfica, qualitativa, documental e comparativa, teve como objetivo central analisar a abordagem do conceito e cálculo da raiz quadrada em livros didáticos de matemática do 8º ano, aprovados pelo Programa Nacional do Livro Didático, com ênfase na raiz quadrada não exata. A metodologia consistiu na análise de três livros didáticos, buscando verificar a precisão e eficácia dos métodos de cálculo de raízes quadradas neles apresentados, assim como a atenção dada ao tema por cada um dos livros. Adicionalmente, o estudo propôs o Algoritmo Chinês como uma alternativa pedagógica complementar para o ensino deste conceito matemático. Os resultados da pesquisa revelaram que os livros didáticos analisados adotam métodos para o cálculo de raízes quadradas que se mostraram mais trabalhosos, com resultados imprecisos e exaustivos. Em contrapartida, o método do Algoritmo Chinês evidenciou-se mais eficaz e preciso, tanto para raízes exatas quanto não exatas. Em conclusão, o estudo defende que o Algoritmo Chinês se configura como uma alternativa pedagógica promissora para o ensino da raiz quadrada, oferecendo maior precisão e eficácia em relação aos métodos tradicionais abordados nos livros didáticos. A pesquisa sugere que a adoção do Algoritmo Chinês pode otimizar o aprendizado dos alunos em relação a este conceito.

Palavras-chave: raiz quadrada; livros didáticos; ensino de matemática.

ABSTRACT

Mathematics is essential for students, but some topics, such as square roots, can pose challenges. This concept, fundamental to other mathematical content and with practical applications, is often discussed superficially in textbooks. This research, of a bibliographic, quantitative, documentary and comparative nature had the central objective of analyzing the approach to the concept and calculation of the square root in 8th grade mathematics textbooks, approved by the National Textbook Program, with emphasis on the non-exact square root. The methodology consisted of the analysis of three textbooks, seeking to verify the precision and effectiveness of the square root calculation methods presented in them as well as the attention given to the topic by each of the books. Additionally, the study proposed the Chinese Algorithm as a complementary pedagogical alternative for teaching this mathematical concept. The results of the research revealed that the textbooks analyzed adopt methods for calculating square roots

¹ Graduanda em Licenciatura Plena em Matemática, IFPI – campus Teresina Central. E-mail: catce.2019mat0342@aluno.ifpi.edu.br

² Professor efetivo do IFPI -campus Teresina Central; Mestre em matemática (UFPI); Licenciado em matemática (UFPI). jonathanlavor@ifpi.edu.br.

that prove to be more laborious, with imprecise and exhaustive results. On the other hand, the Chinese numeral method proved to be more effective and accurate for both exact and non-exact roots. In conclusion, the study argues that the Chinese Algorithm represents a promising pedagogical alternative for teaching the square root, offering more precision and effectiveness in relation to traditional methods covered in textbooks. Research suggests that adopting the Chinese Algorithm can optimize student learning regarding this concept.

Keywords: square root; textbooks; mathematics teaching.

Data de aprovação: 14/02/2025

1 INTRODUÇÃO

A Matemática desempenha um papel fundamental na formação acadêmica, no desenvolvimento do raciocínio lógico e em aplicações práticas, como tecnologia, ciências e resolução de problemas do cotidiano. Dentre os tópicos que compõem essa disciplina, a raiz quadrada é um conceito essencial, presente em aplicações que vão desde a resolução de equações do segundo grau até problemas práticos envolvendo geometria e física. Apesar de sua importância, a compreensão desse conceito continua a ser desafiadora para muitos estudantes, e, de acordo com Sousa (2013), a dificuldade é ainda maior quando se trata de uma raiz não racional. O conteúdo exige um nível elevado de abstração, especialmente em cálculos de raízes não exatas, o que torna indispensável o desenvolvimento de estratégias pedagógicas mais eficazes.

De acordo com Burton (2007), a origem da raiz quadrada remonta às antigas civilizações babilônicas, que utilizavam tábuas de argila para calcular aproximações de valores desconhecidos, especialmente em problemas relacionados à geometria e ao comércio. Essas dificuldades iniciais, baseadas em tentativas e aproximações, refletem o desafio enfrentado por diferentes culturas ao longo do tempo. Matemáticos indianos, como Aryabhata (476-550 d.C), desenvolveram algoritmos baseados em frações contínuas, enquanto os árabes, como Al-Khwarizmi (780-850 d.C), introduziram métodos sistemáticos e registros escritos que influenciaram gerações futuras. O autor afirma ainda que, ao longo da história, a matemática tem demonstrado que conceitos básicos, como a raiz quadrada, são cruciais tanto para a construção da teoria matemática quanto para suas aplicações práticas.

A escolha da raiz quadrada como tema deste estudo justifica-se por sua relevância histórica, sua presença fundamental na formação do raciocínio matemático. Além disso, trata-se de um conceito que apesar de essencial, muitas vezes é negligenciado em termos de

estratégias didáticas que facilitem seu aprendizado. Como apontado por Silva (2017), conceitos que demandam maior abstração, como a raiz quadrada, necessitam de abordagens pedagógicas inovadoras para promover uma compreensão sólida. Além do mais, a preferência pelo tema do estudo está diretamente ligada à importância da Matemática como ferramenta de desenvolvimento cognitivo e sua presença em diversas áreas do conhecimento e da vida prática.

Neste sentido, a inclusão do Algoritmo Chinês representa uma oportunidade de enriquecer as práticas de ensino e superar lacunas presentes nos métodos tradicionais. Essa escolha se conecta diretamente à análise dos livros didáticos que, segundo o Ministério da Educação, são distribuídos pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) a milhões de estudantes brasileiros anualmente, desempenhando um papel crucial na formação matemática e na padronização do ensino (BRASIL, 2018).

Os livros didáticos aprovados pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) desempenham um papel central no ensino de Matemática nas escolas públicas brasileiras. Contudo, os métodos apresentados nesses materiais nem sempre são suficientemente claros ou eficazes, o que pode dificultar o aprendizado. Macêdo et al. (2019) corrobora com Silva (2017) quando afirma que a ausência de abordagens diversificadas nos livros didáticos pode limitar o potencial de aprendizado, especialmente em temas que requerem maior abstração conceitual. Nesse contexto, o Algoritmo Chinês se destaca como uma opção diferente para o cálculo de raízes quadradas, combinando precisão e simplicidade.

Diante disso, o presente estudo busca responder aos seguintes questionamentos: como os livros didáticos do PNLD abordam o cálculo da raiz quadrada não exata? Esses métodos são adequados? O Algoritmo Chinês, conhecido por sua capacidade de simplificar processos matemáticos complexos de forma iterativa e acessível, apresenta-se como uma alternativa pedagógica enriquecedora. Este estudo também demonstrará como o algoritmo pode ser implementado em sala de aula, oferecendo exemplos práticos para facilitar o aprendizado. Ele não apenas melhora a precisão dos cálculos, mas também oferece um modelo intuitivo que pode ser facilmente adaptado às necessidades educacionais. E como o Algoritmo Chinês pode ser incorporado ao ensino?

De acordo com Gonçalves (2007), a ausência de estratégias diversificadas no ensino de Matemática contribui para que conceitos essenciais, como a raiz quadrada, sejam tratados de forma superficial nos materiais didáticos, permitindo destacar a necessidade de novas metodologias que facilitem a compreensão de temas complexos, promovendo maior engajamento e aprendizado por parte dos estudantes.

Diante do cenário apresentado, este estudo analisa como os livros didáticos aprovados pelo PNLD abordam o cálculo da raiz quadrada não exata, propondo o Algoritmo Chinês como estratégia pedagógica para suprir lacunas metodológicas e promover maior engajamento dos alunos. Para isso, serão investigados aspectos específicos como a maneira que os livros apresentam esse conceito e os métodos de cálculo, além de uma demonstração detalhada do Algoritmo Chinês, destacando suas vantagens e propondo sua inclusão como método alternativo. Neste estudo, serão exploradas a origem histórica e a relevância conceitual da raiz quadrada, as análises comparativas dos livros selecionados e as perspectivas pedagógicas proporcionadas pelo Algoritmo Chinês.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A IMPORTÂNCIA DO LIVRO DIDÁTICO E O PROGRAMA NACIONAL DO LIVRO DIDÁTICO (PNLD)

É inegável que a matemática apresenta desafios significativos para os alunos, como a dificuldade de interpretar enunciados, a falta de conexão com o mundo real e o estigma de ser uma disciplina complexa. Para superar esses obstáculos e promover um aprendizado eficaz, é crucial que os professores adotem uma variedade de abordagens. “O professor tem a função de ser inovador, levando em consideração o ambiente ou a realidade em que o mesmo está inserido” (Assis, 2023). Entretanto, a ferramenta mais acessível para os professores é o livro didático.

O livro didático de Matemática é uma ferramenta de extrema importância nos processos de ensino e de aprendizagem. São várias as vantagens da implantação dele na educação escolar, voltadas não apenas na apresentação dos conteúdos. Gonçalves (2007) afirma que o livro didático tem muito a oferecer a professores e alunos e isso vai muito além da sala de aula, uma vez que nos dias atuais a leitura é o principal instrumento de aprendizagem.

De acordo com o site E-docente (2019), o livro didático no Brasil tem suas raízes no início do século XIX, com os primeiros registros do seu uso datando de 1820, durante o período imperial. O livro didático ganhou maior destaque a partir de 1838, com a criação do Colégio Pedro II, no Rio de Janeiro. A instituição, por possuir modelos franceses, tinha parte dos seus livros importados da França. Em 1929 foi criado o Instituto Nacional do Livro (INL), com o intuito de fomentar a produção de material didático no Brasil. Entretanto, apenas a partir de 1938 o INL passou a se dedicar especificamente à produção e ao controle de livros didáticos. A distribuição desse material para escolas públicas, como acontece hoje, teve início em 1976,

quando essa responsabilidade foi transferida para o Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE). Em 1985, O Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) foi implementado marcando um avanço importante na produção e distribuição de livros didáticos no Brasil.

(...) os processos de ensino e de aprendizagem requer estratégias e habilidades, tanto para quem ensina quanto para quem está inserido no processo de aprendizagem. Atualmente na escolarização, professores e alunos se fazem valer de livro didático, sendo muitas vezes, o único instrumento disponível no ambiente de trabalho. Por isso, tal recurso caracteriza-se como uma ferramenta relevante nesse processo (MACÊDO, J. et al. 2019, p. 71).

De acordo com o Ministério da Educação (2018), o Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) tem por função avaliar e tornar acessíveis materiais de apoio à prática educativa.

de maneira sistemática, regular e gratuita, às escolas públicas de educação básica das redes federal, estaduais, municipais e distrital e também às instituições de educação infantil comunitárias, confessionais ou filantrópicas sem fins lucrativos e conveniadas com o Poder Público (Ministério da Educação, 2018).

Desde 1937, o programa leva livros didáticos para alunos da rede pública de ensino brasileira. O programa que passou por diversas mudanças ao longo dos anos atende hoje quatro segmentos distintos, são eles: educação infantil, anos iniciais do Ensino Fundamental, anos finais do Ensino Fundamental e Ensino Médio. O Ministério da Educação (2018) afirma ainda que “Além dos segmentos, no âmbito do PNLD, podem ser atendidos estudantes e professores de diferentes etapas e modalidades, bem como públicos específicos da educação básica, por meio de ciclos próprios ou edições independentes.” O programa funciona através da parceria entre o Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE) e o Ministério da Educação (MEC), redes de ensino, escolas, professores, conselhos de educação e unidades executoras. Todos colaboram para que os livros didáticos, pedagógicos e literários cheguem aos alunos, através de um sistema de avaliação, compra e distribuição. (FNDE, 2024)

Logo, é irrefutável que o livro didático é uma ferramenta valiosa no processo de ensino e aprendizagem tanto para os alunos quanto para os professores, e ainda, que o PNLD desempenha um papel essencial na educação pública brasileira, garantindo que estudantes de escolas públicas de todo o Brasil tenham acesso a materiais de qualidade.

2.2 A RAIZ QUADRADA E O ALGORITMO CHINÊS

Carvalho (2010) interpreta a raiz quadrada como um caso particular da radiciação, entre eles o mais simples. A raiz quadrada é a operação inversa da potência de expoente 2, visto que quando calculada a raiz quadrada de um número positivo, procura-se qual número ao quadrado é igual a x , ou seja, quando multiplicado por si próprio é igual a x . A raiz quadrada do número x é representada simbolicamente por $\sqrt{x}$, onde o resultado pode ser um número racional quando se tratar de um quadrado perfeito ou irracional (ASSIS, 2023). Seus elementos fundamentais são: índice, radical, radicando e raiz.

A matemática de modo geral, é fundamental para a formação do indivíduo em sociedade.

O conhecimento matemático é necessário para todos os alunos da Educação Básica, seja por sua grande aplicação na sociedade contemporânea, seja pelas suas potencialidades na formação de cidadãos críticos, cientes de suas responsabilidades sociais (BRASIL, 2018).

Esse tema especificamente por estar incluso em vários outros temas da matemática carrega também a sua importância.

A raiz quadrada aparece em vários problemas estudados na educação básica, tais como: resolução das equações quadráticas; cálculo da distância entre dois pontos; determinação do lado de um quadrado conhecendo-se sua área, dentre outros (SOUSA, J. 2013, p. 1).

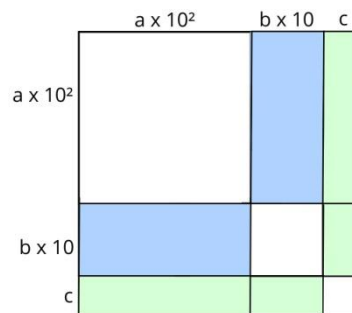
De acordo com Carvalho (2010), o Algoritmo Chinês para a extração da raiz quadrada tem suas raízes na China Antiga, como evidenciado na obra “Nove Capítulos sobre a Arte Matemática”, escrita durante a dinastia Han (206 a.E.C.-220 E.C). O autor afirma ainda que esse livro, uma compilação de conhecimentos matemáticos de um milênio anterior, apresenta o algoritmo de forma prática, com informações adicionais fornecidas pelo pioneiro da matemática chinesa, Liu Hui (263 E.C.), que ofereceu uma interpretação geométrica clara do método. Embora não haja um único inventor creditado, o algoritmo foi desenvolvido e aprimorado ao longo do tempo por matemáticos chineses, tornando-se um marco da história da matemática.

Para ilustrar o funcionamento do Algoritmo Chinês, vamos extrair a raiz quadrada $\sqrt{58564}$. O método em questão interpreta a extração da raiz quadrada como a determinação do lado de um quadrado cuja área é conhecida, como demonstra Assis (2023). Utilizando a decomposição do número em unidades, dezenas centenas, etc., de forma análoga à representação decimal.

Inicialmente, é importante notar que $\sqrt{58564}$, quando expressa em sua forma decimal, possui três algarismos, ou seja, $\sqrt{58564} = abc$. Assim o número $\sqrt{58564}$ se escreve da forma $a \cdot 10^2 + b \cdot 10 + c$.

A $\sqrt{58564}$ pode ser representada geometricamente, conforme ilustrado na Figura 1.

Figura 1: interpretação geométrica da $\sqrt{58564}$.

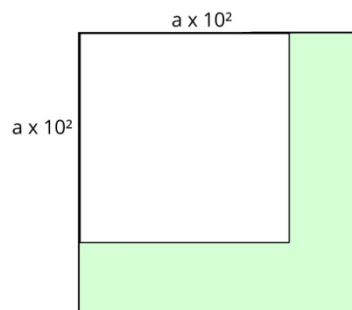


Fonte: Elaborado pelo autor.

A análise será conduzida em três etapas distintas, cada uma delas dedicada a um dos algarismos a , b e c .

2.2.1 Primeira etapa – algarismo das centenas

Figura 2: Primeira etapa – algarismo das centenas da $\sqrt{58564}$.



Fonte: Elaborado pelo autor.

O primeiro passo consiste em determinar o algarismo das centenas, representado por a de modo que o maior quadrado com lado medindo $a \cdot 10^2$ (ilustrado na Figura 2), esteja inteiramente contido no quadrado que possui lado igual a $\sqrt{58564}$, isto é, $(a \cdot 10^2)^2 \leq 58564$.

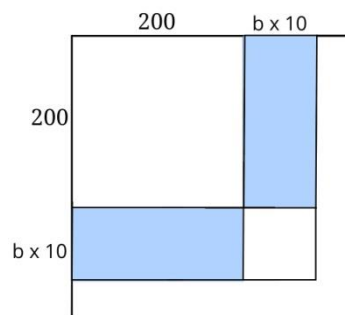
Observa-se que $a = 2$, pois é o maior algarismo cujo quadrado, multiplicado por 100^2 , não excede 58564. Assim, tem-se um quadrado de lado 200, e o restante possui área $58564 - 200^2 = 18564$.

2.2.2 Segunda etapa – algarismo das dezenas

Nesta etapa busca-se o algarismo b , correspondente às dezenas, de modo que ele seja o maior possível, respeitando a condição de que a soma das áreas dos dois retângulos com lados 200 e $b \cdot 10$ e do quadrado com lado $b \cdot 10$ (ilustrados na Figura 3) não ultrapasse a área do complemento, que é igual a 18564. Tal condição é expressa pela desigualdade $2 \cdot 200 \cdot b \cdot 10 + (b \cdot 10)^2 \leq 18564$, assim $b = 4$.

Dessa maneira, forma-se um quadrado com lado medindo 240, e a área restante é calculada por $58564 - 240^2 = 964$.

Figura 3: segunda etapa – algarismo das dezenas.

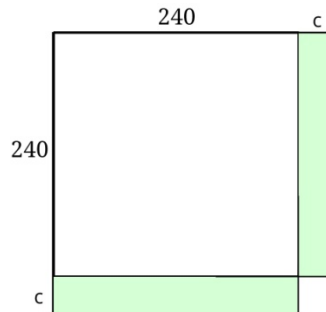


Fonte: Elaborado pelo autor.

2.2.3 Terceira etapa – algarismo das unidades

O próximo passo consiste em encontrar o algarismo c , correspondente às unidades, de modo que ele seja o maior possível, respeitando a condição de que a soma das áreas dos dois retângulos com lados 240 e c e do quadrado com lado c (como mostra a Figura 4) não ultrapasse a área do complemento, que é igual a 964. Essa condição é expressa pela desigualdade $2 \cdot 240 \cdot c + c^2 \leq 964$, encontrando $c = 2$. Dessa forma, $\sqrt{58564} = 242$.

Figura 4 - terceira etapa: algarismo das unidades.



Fonte: Elaborado pelo autor.

O Algoritmo Chinês pode ser descrito pelos seguintes passos:

1. Divisão inicial: O número cujo valor da raiz quadrada deseja-se encontrar é separado em pares de dígitos, iniciando pela direita.
2. Determinação do primeiro dígito: O maior número inteiro cujo quadrado seja menor ou igual ao primeiro par de dígitos é determinado. Esse valor será o primeiro dígito da raiz.
3. Subtração e nova divisão: O quadrado do valor encontrado é subtraído do primeiro par de dígitos, e o próximo par é trazido para compor um novo número.
4. O dobro da raiz parcial é escrito como base para a busca do próximo dígito.
5. Determinação do próximo dígito: Um número é procurado de modo que, quando adicionado à base e multiplicado por ele mesmo, forneça o valor mais próximo possível do novo número obtido. Além disso, o dígito encontrado nesta etapa é adicionado à raiz parcial.
6. Repetição do processo: Os passos são repetidos até que todos os pares de dígitos tenham sido processados.

Na Figura 5 é possível acompanhar a resolução do mesmo exemplo por meio do Algoritmo Chinês:

Figura 5: Resolução da $\sqrt{58564}$ utilizando o Algoritmo Chinês.

$\sqrt{5 \ 85 \ 64}$ $\underline{- \ 4 }$ $1 \ 85$ $\underline{- \ 1 \ 76}$ $9 \ 64$ $\underline{- \ 9 \ 64}$ 0	$2 \ 4 \ 2$ $2.2 = 4$ $44.4 = 176$ $24.2 = 48$ $482.2 = 964$
---	--

Fonte: Elaborado pelo autor

É válido destacar que o algoritmo acima demonstrado vale tanto para raízes racionais como irracionais. Assis (2023) corrobora afirmando que “Independentemente de ser quadrado perfeito ou não, o algoritmo dá, um a um, os algarismos da raiz quadrada, qualquer que seja o seu valor posicional”.

No entanto, tratando-se de uma raiz irracional, no início do processo, ao realizar a divisão em grupos de dois algarismos, é necessário que se coloque à direita do radicando uma dupla de zeros para cada casa decimal que se deseja encontrar. A vírgula deve ser posicionada, ao final da direita para esquerda, de acordo com a quantidade de casas decimais desejada.

3 METODOLOGIA

O presente estudo por não trabalhar com dados estatísticos ou numéricos de qualquer natureza, diz respeito a uma pesquisa qualitativa, uma vez que “trabalha com o universo de significados, motivos, aspirações, confiança, valores e atitudes, o que corresponde a um espaço mais profundo das relações, dos processos e das características que não podem ser limitadas à operacionalização de variáveis” (MINAYO, 2001, p. 22). Além disso, trata-se especificamente de uma pesquisa documental, pois, assim como afirma Gil (2002), faz uso de materiais que ainda não receberam um tratamento analítico ou que podem ser reinterpretados conforme os objetos do estudo. E ainda, refere-se ao método comparativo, uma vez que será feita uma análise comparativa do método de resolução da raiz quadrada.

O estudo comparativo é uma metodologia de pesquisa que visa comparar e analisar diferentes elementos, como conceitos, teorias, práticas, fenômenos, entre outros, com o objetivo de identificar semelhanças, diferenças e relações entre eles. Essa abordagem permite uma compreensão mais aprofundada dos objetos de estudo, proporcionando insights valiosos para diversas áreas do conhecimento (Universidade Paralela, 2025).

O processo da pesquisa se deu em três etapas: determinação do tema e seus objetivos, revisão bibliográfica de estudos já feitos sobre o tema para construção do embasamento teórico, e para concluir, a seleção dos livros didáticos e análise dos mesmos. Das três obras selecionadas, duas delas estavam disponíveis para download em PDF no site da editora Moderna, enquanto a outra foi acessada através do site da editora Wisdom. A seleção dos materiais para a presente pesquisa obedeceu a critérios específicos, a saber: os livros didáticos deveriam ser destinados ao 8º ano do Ensino Fundamental, constar da lista de aprovados pelo Governo Federal, apresentar sumário em consonância com o currículo do 8º ano da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), e integrar o Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) no quadriênio 2022 – 2025.

No decorrer desse trabalho serão usadas siglas para se referir aos livros. Segue a Tabela 1 com as informações individuais de cada um:

Tabela 1 – Características dos livros didáticos de matemática analisados

Sigla	Obra	Autor(es)	Edição	Editora	Quadriênio	Código da Coleção
1	SuperAÇÃO Matemática	Lilian Aparecida Teixeira	1ª	Editora Moderna LTDA	2022-2025	0023P2401 00020020
2	Matemática em Cena	Fernando Savoya, Mauro Lalli, Grazielle Rancan, Pollyana Santana Silva	1ª	Editora Wisdom LTDA	2022-2025	0113P2401 00020020
3	Desafios da Matemática	Ênio Silveira	1ª	Editora Moderna LTDA	2022-2025	0021P2401 00020020

Fonte: Elaborado pelo autor.

Realizou-se uma análise do capítulo sobre raiz quadrada em cada um dos livros, examinando cada página desde a introdução do conceito até exercícios propostos. A investigação teve como foco:

1. Métodos de determinação: Identificação e descrição dos métodos utilizados para calcular raízes quadradas exatas e especialmente as não exatas.
2. Raiz quadrada não exata: análise da atenção dedicada especificamente ao cálculo e à compreensão de raízes quadradas não exatas, assim como contagem do número de atividades propostas, avaliando a oportunidade de prática e fixação do conteúdo.

Adicionalmente, o Algoritmo Chinês foi aplicado na resolução de uma questão específica, previamente resolvida pelo método utilizado nos livros analisados e confirmada através do uso de uma calculadora. Para aprofundar a investigação, um desafio de maior complexidade, adequado ao 8º ano do Ensino Fundamental, foi proposto e resolvido utilizando o referido algoritmo. Em seguida, o mesmo desafio foi apresentado para resolução através do método usado pelos livros, com o objetivo de evidenciar a praticidade e eficiência do Algoritmo Chinês em relação ao outro método

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO

Neste tópico, as siglas serão usadas para se referir a cada livro: L1 (SuperAÇÃO matemática), L2 (Matemática em cena) e L3 (Desafios da matemática).

Antes da análise detalhada sobre os capítulos referentes à raiz quadrada em cada um, foi feita uma verificação geral nos sumários dos livros para garantir se estavam de acordo com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), o que foi confirmado.

4.1 Análise e discussão L1

A análise do livro didático L1 revela que o tema de radiciação é introduzido na primeira unidade, no capítulo intitulado "Potenciação e radiciação", compreendendo as páginas 13 a 28. A abordagem do tema se inicia com a exploração do conceito de potenciação, estendendo-se das páginas 13 a 21. A partir da página 22, o livro L1 inicia a introdução do conceito de raízes, com foco inicial na raiz quadrada, apresentada a partir do lado de um quadrado cuja área é conhecida, acompanhado de algumas ilustrações.

Em seguida, o livro define radiciação, apresentando seus elementos fundamentais e a representação da raiz quadrada, ilustrando com exemplos numéricos e genéricos. A raiz cúbica

é abordada de maneira análoga, utilizando a relação com o lado de um cubo cujo volume é conhecido, seguida de sua definição e exemplos.

Nas páginas 23 e 24, o livro L1 apresenta o Método das Tentativas e a Decomposição em Fatores Primos como estratégias para a determinação de raízes quadradas e cúbicas exatas de um número natural. Na página 24, o Método das Tentativas é novamente apresentado como alternativa para encontrar raízes quadradas não exatas, com exemplos demonstrados na página 25. E é apresentada também a solução de uma raiz quadrada não exata através da decomposição e representação por meio de outro radical.

O livro L1 retoma então o conteúdo de potências com expoente fracionário, seguido de exercícios. A seção de exercícios sobre radiciação contém 15 questões, das quais 6 são destinadas a raízes quadradas não exatas e dessas, apenas 3 solicitam extração da raiz. O que indica pouca atenção destinada ao tema raiz quadrada não exata.

4.2 Análise e discussão L2

O capítulo 2 do livro L2, denominado "Potenciação", aborda o capítulo se estende das páginas 25 a 34, e a raiz quadrada é introduzida na página 30, onde é definida e exemplificada, com menção à sua relevância.

O livro apresenta duas alternativas para a obtenção de raízes quadradas exatas: o Método das Tentativas e a Decomposição em Fatores Primos, com uma revisão do conceito de números primos. Na página 31, o Método das Tentativas é apresentado para o cálculo de raízes quadradas não exatas, juntamente com sua representação por meio de outro radical. A raiz cúbica também é abordada na mesma página, com um exemplo simples.

As páginas 32 e 33 são dedicadas a jogos matemáticos, como alternativas para a fixação do conteúdo. As páginas 34 e 35 apresentam 18 questões, sendo apenas 1 dessas para extração de raízes não exatas.

O livro L2 apresenta a inclusão de jogos matemáticos para auxiliar na fixação do conteúdo, o que é uma boa alternativa. E assim como o L1, utiliza o Método das Tentativas para determinar raízes quadradas não exatas. Além disso, o número de exercícios para extração da raiz aproximada é mínimo.

4.3 Análise e discussão L3

O capítulo 2 do livro L3, designado "Potenciação e Radiciação", compreende as páginas 42 a 55. O conteúdo sobre raiz quadrada é introduzido a partir da página 49, precedido por uma explanação sobre o conceito de radiciação, utilizando um exemplo de Queda Livre com a Torre Eiffel como ilustração.

A radiciação é definida e exemplificada com diversas raízes (quadrada, cúbica, quarta, quinta, etc.). Na mesma página, há um tópico dedicado a raiz quadrada, com sua definição e exemplos. Em seguida, é apresentado o conceito de quadrado perfeito, juntamente com o método de Decomposição em Fatores Primos para encontrar raízes exatas. O livro também aborda frações decimais e como calcular suas raízes.

Na página 51, para raízes aproximadas, o L3 utiliza o Método das Tentativas, similar aos livros L1 e L2, com um exemplo contextualizado envolvendo a área de um quadrado. A solução é acompanhada de uma ilustração. O capítulo contém um exercício na página 52, com 11 questões destinadas à radiciação, sendo entre elas, 5 a se tratar da extração da raiz quadrada não exata.

Na página 53, o livro introduz o conceito de raiz enésima, com atenção para o índice ser par ou ímpar, e explica cada caso com exemplos. Em seguida, são propostas 3 questões sobre o tema. As três últimas páginas do capítulo são dedicadas a uma revisão do conteúdo e atividades extras.

No L3, a contextualização da introdução às raízes facilita a compreensão dos alunos, com um exemplo interessante e didático. A distribuição de exercícios aborda tanto raízes exatas quanto não exatas de forma equilibrada, com destaque para a raiz quadrada aproximada, que recebe atenção especial. As ilustrações são relevantes para a compreensão dos conceitos.

Em suma, os três livros apresentam abordagens distintas para o ensino de raiz quadrada. L1 e L2 demonstram pouca atenção ao tema, especialmente à raiz quadrada não exata com menos de uma lauda destinada a ela, utilizando o Método das Tentativas como principal método de cálculo. L3, por sua vez, destaca-se por oferecer um tratamento mais completo e aprofundado do tema, com mais espaço dedicado, maior variedade de exercícios e destaque para a raiz quadrada não exata. Entretanto, o método de solução para raízes quadradas aproximadas é o mesmo.

É evidente que os livros analisados, de forma unânime, apresentam o Método das Tentativas como estratégia para solucionar raízes quadradas não exatas. Tal método se desenvolve da seguinte maneira:

Para calcular a $\sqrt{500}$ com precisão de duas casas decimais, é necessário, primeiramente, identificar os quadrados perfeitos entre os quais este número está situado. Observa-se que $484 < 500 < 529$, o que indica que a raiz quadrada de 500 está no intervalo entre 22 e 23.

A resolução do problema segue o Método das Tentativas, iniciando-se com a aproximação de uma casa decimal. Nesse estágio, calcula-se o quadrado de diferentes valores dentro desse intervalo até encontrar o maior número cujo quadrado seja inferior a 500.

Em seguida, para atingir a precisão exigida de duas casas decimais, realizam-se novos cálculos considerando valores adicionais entre os limites obtidos na primeira etapa. O processo continua até identificar o maior valor possível cujo quadrado permaneça abaixo de 500. A Tabela 2 apresenta a resolução detalhada desse procedimento.

Tabela 2 – Solução do exemplo pelo Método das Tentativas

Com uma casa decimal entre 22 e 23	Com duas casas decimais entre 22,3 e 22,4
$22,1^2 = 488,41$	$22,31^2 = 497,7361$
$22,2^2 = 492,84$	$22,32^2 = 498,1824$
$22,3^2 = 497,29 (< 500)$	$22,33^2 = 498,6289$
$22,4^2 = 501,76 (> 500)$	$22,34^2 = 499,0756$
	$22,35^2 = 499,5225$
	$22,36^2 = 499,9696 (< 500)$
	$22,37^2 = 500,4169 (> 500)$

Fonte: Elaborado pelo autor.

Logo, $\sqrt{500} = 22,36$. Para casos simples o método é básico e eficiente, entretanto, se tratando de valores maiores ou com mais casas decimais o método vai se tornando cada vez

mais trabalhoso e cansativo. Além do mais a precisão é incerta, afirma Silva (2013) mesmo depois de se obter vários algarismos decimais, nunca se sabe ao certo qual será o próximo algarismo e se a representação decimal é finita ou se é um decimal periódico.

A Figura 6 mostra a solução do mesmo problema usando o Algoritmo Chinês:

Figura 6: Solução da $\sqrt{500}$ com duas casas decimais utilizando o Algoritmo Chinês.

$\sqrt{5 \ 00 \ 00 \ 00}$ $\underline{- 4}$ $1 \ 00$ $\underline{- 84}$ $16 \ 00$ $\underline{- 1329}$ $0271 \ 00$ $\underline{- 26796}$ 304	$22,36$ $42.2 = 84$ $443.3 = 1329$ $4466.6 = 26796$
--	---

Fonte: Elaborado pelo autor.

Resolvendo com o uso de uma calculadora $\sqrt{500} = 22,360679775$, e com precisão de duas casas decimais $\sqrt{500} = 22,36$. Reiterando os resultados encontrados.

Agora, suponha-se que um professor em uma turma de 8º ano do Ensino Fundamental lance o seguinte desafio: calcular a raiz quadrada $\sqrt{1.111.111.111 - 22.222}$, com precisão de duas casas decimais. Simplificando a questão, tem-se: $\sqrt{1362747}$.

Conforme o algoritmo estudado, a solução obtida é a que se encontra na Figura 7:

Figura 7: Solução da $\sqrt{1362747}$ com duas casas decimais utilizando o Algoritmo Chinês.

$\sqrt{1 \ 36 \ 27 \ 47 \ 00 \ 00}$ $\underline{- 1}$ $0 \ 36$ $\underline{- 21}$ 1527 $\underline{- 1356}$ 017147 $\underline{- 16289}$ 0085800 $\underline{- 70029}$ 1577100 $\underline{- 1400796}$ 176304	$1167,36$ $21.1 = 21$ $226.6 = 1356$ $2327.7 = 16289$ $23343.3 = 70029$ $23346.6 = 1400796$
---	---

Fonte: Elaborado pelo autor

Dessa forma, com aproximação para duas casas decimais a raiz quadrada $\sqrt{1362747} = 1167,36$.

A resolução desse desafio pelo Método das Tentativas seria um processo demorado e frustrante. A incerteza do resultado e a natureza repetitiva do método levariam ao cansaço e à desmotivação. Assim como afirma Carvalho (2010), a aplicação do Algoritmo Chinês oferece vantagens notáveis, como maior precisão e agilidade na resolução de problemas, simplificando o processo e reduzindo o número de etapas necessárias.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise da abordagem do conteúdo de raiz quadrada nos três livros didáticos adotados pelo PNLD (L1, L2 e L3) revela algumas lacunas importantes. Há uma preferência excessiva pelo Método das Tentativas, especialmente para raízes não exatas, e uma abordagem superficial do tema da raiz quadrada não exata, com poucos exercícios e pouca variedade de métodos. Apesar de L3 se destacar por dedicar mais atenção a esse último tema, todos os livros apresentam limitações. De acordo com esse cenário, é fundamental que o professor tenha outras alternativas para determinação de raízes quadradas não exatas.

Diferentemente do Método das Tentativas, que demanda um processo de aproximação sucessiva frequentemente trabalhoso, o Algoritmo Chinês oferece um modelo de cálculo padronizado que minimiza erros e simplifica a compreensão do conceito. Sua estrutura lógica clara também estimula o desenvolvimento do raciocínio algorítmico, uma habilidade fundamental para o aprendizado da matemática.

Nessa perspectiva, o algoritmo apresentado surge como uma ferramenta confiável para o cálculo de raízes quadradas, exatas e não exatas, assegurando a precisão do resultado independentemente do número de casas decimais, e simplificando o processo.

REFERÊNCIAS

ASSIS, Yohanne Sunally Medeiros Souto de. **Algoritmo Chinês para o Cálculo da Raiz Quadrada**. Pombal-BP, p. 3-4, nov. 2023.

BURTON, David. **A História da Matemática: Uma introdução**. 7. Ed. Nova York: McGraw-Hill, 2007.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília: MEC, 2018.

CARVALHO, João Bosco Pitombeira de. **A raiz quadrada ao longo dos séculos**. Paraíba, out. 2010.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4 ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GONÇALVES, Maria. **O Livro Didático e o Processo de Ensino**. Rio de Janeiro: EdUERJ, 2007.

Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação, gov.br, s.d. Disponível em: <https://www.gov.br/fnde/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/programas/programas-do-livro> . Acesso em: 28, jan. 2025.

Livro didático: tudo sobre este recurso didático, E-docente, 24 de jul. 2019. Disponível em: <https://www.edocente.com.br/livro-didatico-tudo-sobre-este-recurso-didatico/> . Acesso em: 08 de fev. 2025.

MACÊDO, Josué Antunes de; BRANDÃO, Daniel Pereira ; NUNES, Daniel Martins. **Limites e possibilidades do uso do livro didático de Matemática nos processos de ensino e de aprendizagem**. Educação Matemática Debate, vol. 3, núm. 7, 2019.

MINAYO, Maria Cecília de Souza (org.). **Pesquisa Social. Teoria, método e criatividade**. 18 ed. Petrópolis: Vozes, 2001.

O que é: Estudo comparativo. Universidade Paralela, 2025. Disponível em: <https://universidadeparalela.com.br/glossario/o-que-e-estudo-comparativo/#:~:text=O%20estudo%20comparativo%20%C3%A9%20uma,diferen%C3%A7as%20e%20rela%C3%A7%C3%B5es%20entre%20eles>. Acesso em: 03, fev. 2025.

SAVOYA, Fernando; LALLI, Mauro; RANCAN, Graziele; SILVA, Pollyana Santana. **Matemática em cena**. [S.I.]: Editora Wisdom, s.d. Disponível em: <https://editorawisdom.com.br/index>.

SILVA, Simone de Oliveira Andrade. **Dificuldades no Ensino de Matemática: Uma Análise Crítica**. São Paulo: Editora Acadêmica, 2017.

SILVEIRA, Ênio. **Desafios da matemática**. São Paulo: Moderna, 2022.

SOUSA, Rubens Oliveira de. **Alguns Métodos Interessantes de Extração e Aproximação da Raiz Quadrada**. Teresina-PI, p. 1-2, 2013.

TEIXEIRA, Lilian. **SuperAÇÃO matemática**. São Paulo: Moderna, 2022.

