

Universidade do Estado do Pará Centro de Ciências Sociais e
Educação
Departamento de Matemática, Estatística e Informática
Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Matemática



Walber do Carmo Farias

**O Ensino de Radicais por atividades experimentais: Uma sequência
didática com o software Microsoft Math Solver**

Belém – PA
2025

Walber do Carmo Farias

O ensino de radicais por meio de atividades experimentais: uma sequência didática com o Software Microsoft Math Solver

Dissertação apresentada como requisito para obtenção do título de Mestre em Ensino de Matemática pelo Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Matemática da Universidade do Estado do Pará.

Linha de Pesquisa: Metodologia para Ensino de Matemática no Nível Médio.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Maria de Lourdes Silva Santos.

Coorientador: Prof. Dr. Pedro Franco de Sá.

Belém – PA
2025

***Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP) de acordo com o
ISBD Sistema de Bibliotecas da Universidade do Estado do Pará***

F224e Farias, Walber do Carmo

O ensino de radicais por meio de atividades experimentais: uma sequência didática com o Software Microsoft Math Solver / Walber do Carmo Farias. — Belém, 2025.

225 f.

Orientadora: Prof^a. Dra. Maria de Lourdes Silva Santos Coorientador: Prof. Dr. Pedro Franco de Sá

Dissertação (Mestrado Profissional e Ensino de Matemática) - Universidade do Estado do Pará, Campus I - Centro de Ciências Sociais e Educação (CCSE), 2025.

1. Ensino de matemática. 2. Ensino por atividades experimentais. 3. Ensino de radicais. 4. Sequência didática. 5. Software sobre radicais. I. Título.

CDD 22.ed. 510.7

Elaborada por Priscila Melo – Bibliotecária CRB2/1345

Walber do Carmo Farias

O ensino de radicais por meio de atividades experimentais: uma sequência didática com o Software Microsoft Math Solver

Dissertação apresentada como requisito para obtenção do título de Mestre em Ensino de Matemática pelo Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Matemática da Universidade do Estado do Pará.

Linha de Pesquisa: Metodologia para Ensino de Matemática no Nível Médio.

Orientadora: Prof.^a. Dr.^a. Maria de Lourdes Silva Santos.

Coorientador: Prof. Dr. Pedro Franco de Sá.

Banca Examinadora:

Orientadora

Prof.^a Dra. Maria de Lourdes Silva Santos

Doutora em Educação - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Coorientador - Membro Interno

Prof. Dr. Pedro Franco de Sá

Doutor em Educação - Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Membro externo

Prof. Dr. João Nazareno Pantoja Corrêa

Doutor em Educação em Ciências e Matemáticas – Universidade Federal do Pará

DEDICATÓRIA

À minha família, Linaura Farias(esposa)
e Lucca Farias(filho).

AGRADECIMENTO

A Deus, pela oportunidade de participar deste processo seletivo.

Aos professores, que dedicam suas vidas a ensinar os alunos, em especial aos docentes do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática (PPGEM) da Universidade do Estado do Pará (UEPA), que me proporcionaram uma gama de conhecimentos inigualáveis e me permitiram acessar portas antes inacessíveis. Destaco, especialmente, a professora Maria de Lourdes, que compartilhou comigo seu vasto campo de conhecimento por meio das orientações para este trabalho. Ao professor Pedro Sá, pela doçura em ensinar e pela valiosa teoria desenvolvida ao longo de anos de trabalho e experiência no campo docente.

Aos colegas de curso que, direta ou indiretamente, auxiliaram-me nas disciplinas, em especial àqueles que deixaram de ser apenas colegas e se tornaram amigos de jornada, como Valkíria, grande amiga de todas as horas, com quem aprendi muito e que me auxiliou de forma magnífica na construção do meu conhecimento, sendo um exemplo a ser seguido.

Ao amigo Leonardo, que dividiu comigo a construção de muitos trabalhos; sem sua colaboração, teria sido impossível percorrer essa jornada do mestrado.

Quanto aos demais colegas, gostaria de citar Rosângela (Rosa) e Dion, que foram as primeiras pessoas com quem tive contato no momento da matrícula. Dion foi incansável em sua atuação como chefe de turma, tornando nossa jornada mais leve. A Delciana, que, juntamente comigo, Leonardo e Valkíria, formou uma grande parceria na construção de diversos trabalhos desenvolvidos ao longo deste curso.

Não poderia deixar de agradecer aos meus pais, Maria Ednar do Carmo, Domingos dos Reis Farias e Jânio Fonteneles (padrasto), pelo dom da vida, pelo cuidado e pelos ensinamentos ao longo de minha jornada nesta Terra.

À minha esposa, Linaura Farias, por todo o apoio e incentivo que me permitiram chegar ao processo de conclusão deste mestrado, em especial deste trabalho. Ao meu filho, Lucca Farias, por ser um dos maiores incentivadores de minhas conquistas, pois tudo faço para ele e por ele.

Agradeço a todos pela conquista deste título de mestre.

RESUMO

FARIAS, Walber do Carmo. **O ensino de radicais por meio de atividades experimentais: Uma sequência didática com o Software Microsoft Match Solver.** 2025. Dissertação (Mestrado em Ensino da Matemática) - Universidade do Estado do Pará (UEPA), Belém, 2025.

Este trabalho apresenta os resultados de uma pesquisa que teve como objetivo analisar uma sequência didática baseada no ensino por atividades experimentais para o ensino de radicais, a partir da avaliação de professores de Matemática. A pesquisa seguiu os preceitos da Engenharia Didática enquanto metodologia de pesquisa, obedecendo as suas etapas. A sequência didática foi fundamentada no Ensino por Atividades Experimentais, composta por 17 atividades. A Experimentação foi desenvolvida no mês de setembro de 2025 com professores da rede pública, aplicamos inicialmente o questionário socioeducacional, posteriormente a sequência didática, as questões de aprofundamento para professores de matemática da rede pública do estado do Pará. Realizamos um tratamento estatístico que revelou que os resultados confirmaram a relevância das atividades experimentais e da sequência proposta para favorecer aprendizagens significativas, reflexivas e em consonância com as diretrizes curriculares vigentes. Os resultados obtidos apontam que na maioria das atividades os professores responderam concorda plenamente que há viabilidade em aplicá-las no 9º ano do ensino fundamental, mas somente as atividades 3 e 15 que as respostas foram concordo parcialmente para a viabilidade no 9º ano. A validação feita pelos docentes — em sua maioria favoráveis à aplicabilidade da proposta — demonstrou consistência pedagógica até mesmo em conteúdos reconhecidamente complexos, como a radiciação, indicando que as metodologias de ensino utilizadas foram as responsáveis pelo bom resultado obtido no experimento. Assim, elaboramos um produto educacional, chamado Tutorial do Software Math Solver com base em nossa pesquisa e nos resultados alcançados, com o propósito de que outros professores de Matemática possam conhecer e utilizar em suas aulas.

Palavras-chave: Ensino de Matemática. Ensino por Atividades Experimentais. Ensino de radicais. Sequência Didática. Software sobre radicais.

ABSTRACT

FARIAS, Walber do Carmo. **The teaching of radicals through experimental activities: A didactic sequence with Microsoft Math Solver Software.** 2025. Dissertation (master's in mathematics teaching) - State University of Pará (UEPA), Belém, 2025.

This study presents the results of a research project whose objective was to analyze a didactic sequence based on teaching through experimental activities for the teaching of radicals, from the perspective of Mathematics teachers' evaluations. The research followed the principles of Didactic Engineering as a research methodology, respecting all its stages. The didactic sequence was grounded in Teaching through Experimental Activities and consisted of 17 activities. The experimentation was carried out in September 2025 with teachers from the public school system. Initially, a socio-educational questionnaire was applied, followed by the didactic sequence and the in-depth questions directed to Mathematics teachers from the public education network of the state of Pará. Statistical analysis was conducted, revealing results that confirmed the relevance of the experimental activities and of the proposed sequence in promoting meaningful, reflective learning aligned with current curricular guidelines. The results indicate that, in most activities, teachers fully agreed that the proposal is feasible for application in the 9th grade of middle school; however, only in activities 3 and 15 did responses indicate partial agreement regarding feasibility at this level. The validation carried out by the teachers—most of whom were favorable to the applicability of the proposal—demonstrated pedagogical consistency even in contents widely recognized as complex, such as radication, indicating that the teaching methodologies employed were responsible for the positive results obtained in the experiment. Consequently, an educational product entitled *Math Solver Software Tutorial* was developed based on this research and the results achieved, with the purpose of enabling other Mathematics teachers to become familiar with and use it in their classes.

Keywords: Mathematics Teaching. Teaching through Experimental Activities. Teaching Radicals. Didactic Sequence. Software on Radical

LISTA DE GRÁFICOS

Grafico 1: Distribuição percentual das formas usadas para seleção dos Conteúdos	83
Grafico 2: Sexo dos professores	205
Grafico 3: Distribuição etária dos docentes entrevistados	207

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Filosofias pessoais sobre a matemática e a interpretação da resolução de problemas	28
Quadro 2: Trabalhos sistematizados por categorias	60
Quadro 3: Síntese dos estudos revisados.....	61
Quadro 4: Distribuição percentual das metodologias usadas para introduzir e fixar conteúdo.....	84
Quadro 5: Distribuição percentual das práticas de avaliação	86
Quadro 6: Distribuição percentual do ensino de radicais	87
Quadro 7: Análise dos elementos linguísticos dos livros didáticos.....	90
Quadro 8: Análise da contextualização dos enunciados das atividades	91
Quadro 9: Definição de raiz quadrada.....	95
Quadro 10: Definição de raiz cúbica	97
Quadro 11: Definição de radiciação	99
Quadro 12: Observações da atividade 04	100
Quadro 13: Conclusões da atividade 04	100
Quadro 14: Observações da atividade 05	102
Quadro 15: Conclusões sobre atividade 05.....	102
Quadro 16: Observações da atividade 06	104
Quadro 17: Conclusões da atividade 06	104
Quadro 18: Observações da atividade 07	105
Quadro 19: Conclusões da atividade 07.....	106
Quadro 20: Radicais semelhantes	107
Quadro 21: Conclusões da atividade 09.....	109
Quadro 22: Observações da atividade 10	111
Quadro 23: Conclusões da atividade 10.....	111
Quadro 24: Observações da atividade 11	112
Quadro 25: Conclusões da atividade 11	113
Quadro 26: Conclusões da atividade 12	115
Quadro 27: Conclusões da atividade 13	116
Quadro 28: Conclusões da atividade 14	118
Quadro 29: Conclusões da atividade 15	119
Quadro 30: Conclusões da atividade 16	121

Quadro 31: Observações da atividade 17	123
Quadro 32: Conclusões da atividade 17	123
Quadro 33: Informações adicionais sobre as questões.....	128
Quadro 34: Escolaridade dos Professores	207
Quadro 35: Tempo de serviço como professor	209
Quadro 36: Inicialização das aulas.....	210
Quadro 37: Dados das avaliações feitas pelos professores.....	212

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Conversão da representação tabular para a gráfica da Função Afim	32
Figura 2: Raiz quadrada	42
Figura 3: Evolução do símbolo	42
Figura 4: Calculadora	45
Figura 5: Tablete Plimpton322	53
Figura 6: Passos para aplicação das atividades	93
Figura 7: Logo do aplicativo.....	134
Figura 8: Tela como resultado da pesquisa do aplicativo no Google Play Store.....	135
Figura 9: Qr code	135
Figura 10: App Store	136
Figura 11: Tela com resultado do escaneamento de uma expressão numérica.....	137
Figura 12: Tela com reconhecimento do escaneamento pelo aplicativo Microsoft Math Solver.....	137
Figura 13: Captura de tela sobre a função desenhar	138
Figura 14: Captura de tela de reconhecimento da função de desenhar	138
Figura 15: Inserção de dados com reconhecimento e solução passo a passo	139
Figura 16: Tela com resultado da expressão numérica pelo aplicativo Microsoft Math Soft	140
Figura 17: Reconhecimento de escrita à mão	141
Figura 18: Captura de tela do aplicativo Microsoft Math Solver	141
Figura 19: Função seno e cosseno	142
Figura 20: Play Store.....	142
Figura 21: Qr code	143
Figura 22: Tela com resultado da função seno pelo aplicativo Microsoft Math Solver	143
Figura 23: Tela de reconhecimento da função seno do aplicativo Microsoft Math Solver	144
Figura 24: Captura de tela da função seno na função examinar	144

Figura 25: Tela de reconhecimento da função seno.....	145
Figura 26: Captura de tela da função seno na função desenhar	145
Figura 27: Tela de reconhecimento da função seno na função desenhar	146
Figura 28: Captura de tela da função cosseno na função tipo	146
Figura 29: Tela de reconhecimento da função cosseno na função tipo	147
Figura 30: Captura de tela função cosseno na função desenhar no aplicativo	147
Figura 31: Tela de reconhecimento da função cosseno na função tipo.....	148
Figura 32: Captura de tela cosseno na função examinar do aplicativo Microsoft Math Solver.....	148
Figura 33: Tela de reconhecimento da função cosseno na função examinar.....	149
Figura 34: Captura de tela da função tangente na função tipo	149
Figura 35: Tela de reconhecimento da função tangente	150
Figura 36: Captura de tela da função tangente na função desenhar.....	150
Figura 37: Tela de Reconhecimento da função tangente	151
Figura 38: Captura de tela da função tangente na função.....	151
Figura 39: Tela de Reconhecimento da função tangente	152
Figura 40: Captura de tela da função logaritmo na função tipo	152
Figura 41: Tela de reconhecimento da função logaritmo.....	153
Figura 42: Captura de tela da função logaritmo na função desenhar.....	153
Figura 43: Tela de reconhecimento da função logaritmo.....	154
Figura 44: Captura de tela da função logaritmo na função examinar	154
Figura 45: Tela de reconhecimento da função logaritmo.....	155
Figura 46: Captura de tela da constante de Euler na função tipo.....	155
Figura 47: Tela de reconhecimento da constante de Euler	156
Figura 48: Captura de tela da constante de Euler na função tipo.....	156
Figura 49: Tela de reconhecimento da constante de Euler na função desenhar.....	157
Figura 50: Captura de tela da constante de Euler na função examinar	157
Figura 51: Tela de reconhecimento da constante de Euler da função examinar.....	158
Figura 52: Captura de tela da função composta na função tipo	158
Figura 53: Reconhecimento da função composta na função tipo	159
Figura 54: Captura de tela da função composta na função desenhar	159
Figura 55: Tela de reconhecimento da função composta na	

função desenhar.....	160
Figura 56: Captura de tela da função composta na função examinar	160
Figura 57: Tela de reconhecimento de função composta na função examinar.....	161
Figura 58: Captura de tela da porcentagem na função tipo.....	161
Figura 59: Tela de reconhecimento da porcentagem na função tipo.....	162
Figura 60: Captura de tela da porcentagem na função desenhar.....	162
Figura 61: Tela de reconhecimento da porcentagem na função desenhar.....	163
Figura 62: Captura de tela da função porcentagem na função examinar	163
Figura 63: Tela de reconhecimento da porcentagem da função examinar.....	164
Figura 64: Captura de tela da operação de potência na função tipo	164
Figura 65: Tela de reconhecimento da operação de potência na função tipo	165
Figura 66: Captura de tela da operação potência na função desenhar	165
Figura 67: Tela de reconhecimento da operação de potência na função desenhar.....	166
Figura 68: Captura de tela da operação de potência na função examinar	166
Figura 69: Tela de reconhecimento da operação de potência na função examinar.....	167
Figura 70: Captura de tela da operação de raiz quadrada na função tipo.....	167
Figura 71: Tela de reconhecimento da operação de raiz quadrada da função tipo.....	168
Figura 72: Captura de tela da operação de raiz quadrada na função desenhar.....	168
Figura 73: Tela de reconhecimento da operação de raiz quadrada na função desenhar	169
Figura 74: Captura de tela da operação de raiz quadrada na função examinar.....	169
Figura 75: Tela de reconhecimento da operação de raiz quadrada na função examinar.....	170
Figura 76: Captura de tela da fração na função examinar.....	170
Figura 77: Tela de reconhecimento da fração na função examinar.....	171
Figura 78: Captura de tela da fração na função desenhar	171
Figura 79: Tela de reconhecimento de fração na função desenhar	172

Figura 80: Captura de tela da fração na função examinar.....	172
Figura 81: Tela de reconhecimento da fração na função examinar	173
Figura 82: Captura de tela de expressões numéricas na função tipo.....	173
Figura 83: Tela de reconhecimento de expressões numéricas na função tipo.....	174
Figura 84: Captura de tela de expressões numéricas na função desenhar.....	174
Figura 85: Tela de reconhecimento de expressões numéricas	175
Figura 86: Captura de tela de expressões numéricas na função examinar	175
Figura 87: Tela de reconhecimento de expressões numéricas	176
Figura 88: Captura de tela de Determinante na função desenhar	176
Figura 89: Tela de reconhecimento de determinante na função desenhar.....	177
Figura 90: Captura de tela da função máximo na função tipo	177
Figura 91: Tela de reconhecimento da função máximo na função tipo	178
Figura 92: Captura de tela da função máximo na função desenhar	178
Figura 93: Tela de reconhecimento da função máximo na função desenhar	179
Figura 94: Captura de tela da função máximo quadrada na função examinar	179
Figura 95: Tela de reconhecimento da função máximo na função examinar	180
Figura 96: Captura de tela do somatório na função desenhar.....	180
Figura 97: Tela de reconhecimento do somatório da função desenhar.....	181
Figura 98: Captura de tela do somatório na função examinar.....	181
Figura 99: Tela de reconhecimento do somatório na função examinar	182
Figura 100: Captura de tela no produtório na função desenhar	182
Figura 101: Tela de reconhecimento de produtório na função desenhar	183
Figura 102: Captura de tela produtório na função examinar	183
Figura 103: Tela de reconhecimento de produtório	184
Figura 104: Captura de tela do fatorial na função tipo.....	184
Figura 105: Tela de reconhecimento do fatorial na função tipo	185
Figura 106: Captura de tela do fatorial na função desenhar	185
Figura 107: Teste de reconhecimento do fatorial na função desenhar.....	186
Figura 108: Captura de tela do fatorial na função examinar.....	186
Figura 109: Tela de reconhecimento do fatorial na função examinar	187
Figura 110: Captura de tela da derivada na função tipo.....	187
Figura 111: Tela de reconhecimento da derivada na função tipo	188

Figura 112: Captura de tela da derivada na função desenhar.....	188
Figura 113: Tela de reconhecimento da derivada na função desenhar.....	189
Figura 114: Captura de tela da Derivada na função examinar	189
Figura 115: Tela de reconhecimento da Derivada na função examinar	190
Figura 116: Captura de tela da integral na função tipo.....	190
Figura 117: Tela de reconhecimento da integral na função tipo.....	191
Figura 118: Captura de tela da integral na função desenhar.....	191
Figura 119: Teste de reconhecimento da integral na função desenhar.....	192
Figura 120: Captura de tela da integral na função examinar.....	192
Figura 121: Teste de reconhecimento da integral na função examinar	193
Figura 122: Captura de tela do limite na função tipo	193
Figura 123: Teste de reconhecimento de limite na função tipo	194
Figura 124: Captura de tela do limite na função desenhar	194
Figura 125: Teste de reconhecimento do limite na função desenhar	195
Figura 126: Captura de tela do limite na função examinar	195
Figura 127: Teste de reconhecimento do limite na função examinar	196
Figura 128: Captura de tela da permutação na função tipo	197
Figura 129: Tela de reconhecimento da permutação na função tipo.....	197
Figura 130: Processo de resolução passo a passo.....	198
Figura 131: Versão Web da aplicação	198
Figura 132: Versão para dispositivos móveis	199
Figura 133: Suporte Multilíngue do aplicativo.....	199
Figura 134: Atividade 01 da sequência didática	201
Figura 135: Exemplo de solução com a função desenhar.....	202
Figura 136: Questão 17 da Atividade 01	202
Figura 137: Captura da questão pela função examinar.....	203
Figura 138: Reconhecimento e solução passo a passo	203

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	20
2 APORTE TEÓRICO E METODOLÓGICO	22
2.1 ENGENHARIA DIDÁTICA	22
2.2. ENSINO POR ATIVIDADES	24
2.3 RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS.....	27
2.4 TEORIA DOS REGISTROS DE REPRESENTAÇÃO SEMIÓTICA	30
<i>2.4.1 Introdução</i>	<i>30</i>
<i>2.4.2 A Semiótica e suas características frente ao ensino de Matemática</i>	<i>31</i>
<i>2.4.3 Considerações sobre o tópico.....</i>	<i>33</i>
2.5 TEORIA DA ATIVIDADE	34
<i>2.5.1 Origem e estrutura hierárquica.....</i>	<i>34</i>
<i>2.5.2 Contribuições e Pontos Fortes</i>	<i>36</i>
<i>2.5.3 Limitações e Crítica</i>	<i>37</i>
<i>2.5.4 Aplicabilidade e Uso Atual</i>	<i>38</i>
<i>2.5.5 Conclusão e Perspectivas Futuras.....</i>	<i>40</i>
3 ANÁLISES PRÉVIAS	41
3.1 ASPECTOS MATEMÁTICOS DE RADICAIS.....	41
<i>3.1.1 Radiciação.....</i>	<i>41</i>
<i>3.1.2 Raiz Quadrada Exata de um Número Natural ($\mathbb{N}$).....</i>	<i>41</i>
<i>3.1.3 Raiz Quadrada Exata de um Número Inteiro ($\mathbb{Z}$)</i>	<i>43</i>
<i>3.1.4 Raiz Quadrada Inteira de Número Positivo</i>	<i>44</i>
<i>3.1.5 Raiz Quadrada Exata de um Número Real ($\mathbb{R}$)</i>	<i>44</i>
<i>3.1.6 Raiz Quadrada Não Exata de um Número Real ($\mathbb{R}$).....</i>	<i>44</i>
<i>3.1.7 Produto de radicais de mesmo índice.....</i>	<i>45</i>
<i>3.1.8 Quociente de radicais de mesmo índice</i>	<i>45</i>
<i>3.1.9 Potência cuja base é um radical</i>	<i>46</i>
<i>3.1.10 Raiz da Raiz.....</i>	<i>46</i>
<i>3.1.11 Simplificação de radicais</i>	<i>46</i>
<i>3.1.12 Adição e Subtração de Radicais.....</i>	<i>47</i>

3.1.13 Multiplicação e Divisão de Radicais	47
3.2 ASPECTOS CURRICULARES DO OBJETO MATEMÁTICO RADICAIS	47
3.2.1 Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs)	47
3.2.2 Base Nacional Comum Curricular (BNCC)	48
3.2.3 Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB):	50
3.2.4 Exame Nacional para Certificação de Competências de Jovens e Adultos (ENCCEJA)	50
3.2.5 Sistema Paraense de avaliação educacional (SISPAE)	50
3.3 ASPECTOS HISTÓRICOS SOBRE RADICAIS	52
3.3.1 Sobre o Egito Antigo e a Babilônia	52
3.3.2 Sobre a Grécia Antiga	53
3.3.3 Sobre a matemática Hindu	55
3.3.4 Sobre a matemática árabe	56
3.3.5 Sobre a matemática chinesa	57
3.3.6 Sobre a matemática Europeia	58
3.4 ESTUDOS ANTERIORES DE RADICAIS	60
3.4.1 Estudos Teóricos	64
3.4.2 Estudos Diagnósticos	68
3.4.3 Estudos Experimentais	72
3.4.4 Estudos Documentais	76
3.4.5 Análise Global da Revisão de Estudos	79
4 DIAGNOSE REALIZADAS COM DOCENTES, DISCENTES E LIVRO DIDÁTICO	81
4.1 PRÁTICA PEDAGÓGICA DOS PROFESSORES DE MATEMÁTICA NA VISÃO DOS DOCENTES	81
4.1.1 Metodologias de ensino da matemática	82
4.1.2 Práticas de avaliação usadas pelos docentes	85
4.1.3 Diagnóstico de como os docentes ensinam os radicais no oitavo ano do ensino fundamental	87
4.2 PROBLEMAS DE OPERAÇÕES E PROPRIEDADES DE RADICAIS NOS LIVROS DIDÁTICO	88
4.2.1 Análises e Resultados	89
5 CONCEPÇÃO E ANÁLISE A PRIORI	91
5.1 ATIVIDADES SOBRE RADICAIS	92

5.2 QUESTÕES DE APROFUNDAMENTO DE RADICAIS.....	124
5.3. QUESTIONÁRIO PARA OS PROFESSORES	128
5.4 TUTORIAL DO SOFTWARE MICROSOFT MATH SOLVER	131
1. APRESENTAÇÃO	132
2 O MICROSOFT MATH SOLVER.....	133
3 ONDE PODEMOS ENCONTRAR O MICROSOFT MATH SOLVER.....	134
3.1 Aplicativos para Dispositivos Móveis:	134
4 RECURSOS DO MICROSOFT MATH SOLVER	136
4.1 EXAMINAR (SCAN).....	136
4.2 DESENHAR (DRAW).....	137
4.3 Tipo (Type)	139
5 CARACTERÍSTICAS DO MICROSOFT MATH SOLVER	140
5.1 RESOLUÇÃO DE EXPRESSÕES NUMÉRICAS	140
5.2 RECONHECIMENTO DE ESCRITA À MÃO	140
5.3 SUPORTE A DIVERSOS TÓPICOS MATEMÁTICOS	141
6 FUNCIONAMENTO DO MICROSOFT MATH SOLVER.....	200
6.1 ENTRADA DE EXPRESSÕES NUMÉRICAS	200
6.2 ANÁLISE E RESOLUÇÃO	200
6.3 SOLUÇÕES GRÁFICAS.....	200
6.4 EXPLICAÇÕES DETALHADAS	200
6.5 HISTÓRICO DE CONSULTAS	200
6.6 EXEMPLOS DE USO DO MICROSOFT MATH SOLVER.....	201
7 EXPERIMENTAÇÃO	204
7.1 SISTEMATIZAÇÃO E ANÁLISE DAS INFORMAÇÕES	204
8 CONSIDERAÇÕES FINAIS	215
9 REFERÊNCIAS.....	217
APÊNDICES	224
APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE) PARA OS RESPONSÁVEIS LEGAIS	224
APÊNDICE E: QUESTIONÁRIO PARA DOCENTES DE MATEMÁTICA.....	225

1 INTRODUÇÃO

O objeto matemático radicais costuma ser trabalhado no Ensino Fundamental II, mais especificamente no oitavo ano, e se configura como assunto relevante por exercitar cognitivamente os discentes para a compreensão de assuntos mais robustos de abstração que serão ensinados no Ensino Médio. A importância deste assunto é referendada em documentos oficiais tais como a Base Nacional Curricular Comum (BNCC), os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), assim como no Sistema Paraense de Avaliação Educacional (SISPAE) e o Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB).

Este trabalho foi realizado através da busca de informações sobre o ensino de radicais, para tal foram consultadas as pesquisas de Silva (2006), Feltes (2007), Vieira e Monteiro (2008), Ferreira (2011), Inostroza e González (2013), Lopes (2015) e Araújo (2019), dentre outros. Percebeu-se que têm avançando os estudos sobre radicais nos últimos anos, assim como a utilização de ensino por atividades experimentais, segundo os trabalhos revisados.

Nas experiências enquanto docente de matemática da rede pública do Estado do Pará, lotado no município de Abaetetuba, nos deparamos com alunos egressos do 8º ano, dos quais muitos não conseguem realizar simples cálculos com radicais. É recorrente observar que muitos alunos chegam a 1ª série do Ensino Médio sem o conhecimento prévio sobre radicais. Observa-se que a ausência desse conhecimento compromete a aprendizagem de conteúdos matemáticos posteriores. Diante desse cenário, torna-se necessária a proposição de alternativas metodológicas que contribuam para a melhoria da aprendizagem, assim como devemos nos questionar sobre metodologias de ensino, as abordagens didáticas, recursos utilizados e modos de avaliar a aprendizagem. Tudo em prol da melhoria dos níveis de aprendizagem dos estudantes.

A metodologia de pesquisa adotada para este trabalho foi a Engenharia Didática, caracterizada como “um esquema experimental baseado em realizações didáticas na sala de aula, isto é, na concepção, realização, na observação e na análise de sequências de ensino.” (ARTIGUE, 1996, p.196). Artigue (1996) compara sua metodologia ao trabalho de um engenheiro. O método divide-se em quatro fases: as análises prévias, as concepções e análises a priori, a experimentação, a análise a posteriori e validação, as quais serão detalhadas em um capítulo específico.

Com o intuito de contribuir com novos estudos que possam subsidiar e qualificar o ensino de radicais na Educação Básica, esta dissertação foi orientada pela seguinte questão científica de pesquisa: Como professores de matemática avaliam uma sequência didática baseada no ensino por atividades experimentais sobre radicais?

Para responder a referida indagação foi traçado como objetivo geral: Analisar uma sequência didática baseada no ensino por atividades experimentais para o ensino de radicais, a partir da avaliação de professores de Matemática.

Para atingir o objetivo geral foi traçado os seguintes objetivos específicos: Realizar uma revisão de pesquisas sobre o ensino de radicais; Propor uma sequência didática aliada ao uso de um aplicativo como forma diferenciada para o ensino aprendizagem de radicais; Elaborar um tutorial, material de apoio, sobre passos da execução do aplicativo na sequência didática que será avaliada pelos professores; Elaborar questões de aprofundamento sobre radicais para serem avaliadas pelos professores; e, Disponibilizar um questionário avaliativo para os professores que participaram da pesquisa, com a finalidade de validar a sequência didática.

A produção das informações ocorreu por meio da validação dos seguintes materiais produzidos: um questionário que foi aplicado junto aos docentes que fizeram parte da amostra, uma sequência didática adaptada para o uso do software *Microsoft Math Solver*, questões de aprofundamento de radicais e um tutorial sobre a utilização do software. Foi trabalhado com uma amostra de 50 professores de matemática da rede pública do estado do Pará.

Os resultados da pesquisa de campo foram apresentados no texto final da dissertação onde foram expostas as avaliações feitas pelos docentes sobre a sequência didática objeto central desta pesquisa. Algumas partes dessa dissertação foram construídas com a análise de artigos científicos feitas pela inteligência artificial (IA) chamada ChatGPT.

2 APORTE TEÓRICO E METODOLÓGICO

Esta seção tem como objetivo apresentar a fundamentação teórica e metodológica da dissertação, descrevendo os referenciais teóricos e os procedimentos metodológicos que embasam a elaboração da sequência didática.

2.1 ENGENHARIA DIDÁTICA

A noção de Engenharia Didática emergiu no campo da Didática da Matemática, no contexto da tradição francesa, no início da década de 1980. De acordo com Artigue (1988), essa abordagem configura-se como uma forma de trabalho didático comparável ao trabalho do engenheiro, que, para realizar um projeto, apoia-se em conhecimentos científicos de sua área, submete-se a controles de natureza científica e, ao mesmo tempo, lida com objetos mais complexos do que aqueles idealizados nos modelos teóricos.

Enquanto metodologia de pesquisa, a Engenharia Didática caracteriza-se por constituir um esquema experimental fundamentado em realizações didáticas em sala de aula, envolvendo a concepção, a aplicação, a observação e a análise de sequências de ensino. Trata-se de uma modalidade de pesquisa experimental cujo processo de validação ocorre por meio da comparação entre a análise a priori, realizada antes da aplicação da sequência didática, e a análise a posteriori, desenvolvida após a experimentação. Essa forma de validação interna representa uma das singularidades da metodologia, pois prescinde da aplicação de testes padronizados, como pré-testes ou pós-testes.

A Engenharia Didática é frequentemente empregada em investigações voltadas aos processos de ensino e aprendizagem de conceitos matemáticos, especialmente na elaboração de gêneses artificiais de determinados objetos de conhecimento. Esse tipo de pesquisa diferencia-se de estudos de caráter transversal, uma vez que se concentra na construção e análise de situações didáticas específicas relacionadas a um conteúdo matemático determinado.

Conforme Artigue (1996 apud POMMER, 2013), a Engenharia Didática desenvolve-se em quatro etapas: análises prévias; concepção e análise a priori; experimentação; e análise a posteriori, culminando no processo de validação.

A etapa das análises prévias consiste no levantamento de referenciais teóricos

e na análise do conteúdo matemático em questão, contemplando os efeitos do ensino habitual, as concepções dos estudantes, bem como possíveis dificuldades e obstáculos relacionados ao processo de ensino e aprendizagem (ARTIGUE, 1996 apud SANTOS, 2017). Essa fase oferece os subsídios necessários para a elaboração da sequência didática.

A segunda etapa, denominada concepção e análise a priori, envolve a elaboração da sequência didática e a formulação de hipóteses sobre o desenvolvimento das situações de ensino, considerando variáveis didáticas que possam interferir na aprendizagem. Nessa fase, busca-se antecipar possíveis estratégias dos estudantes, dificuldades esperadas e caminhos de resolução, com base nas análises previamente realizadas (SÁ; ALVES, 2011).

A etapa de experimentação corresponde à aplicação da sequência didática em contexto real de sala de aula. Nesse momento, o pesquisador implementa as atividades planejadas e realiza registros sistemáticos do processo, incluindo observações, produções dos estudantes e demais evidências que permitam analisar o desenvolvimento das situações propostas. Essa fase pode demandar a colaboração de outros profissionais, considerando a complexidade de conciliar, simultaneamente, as funções de docente e de observador da pesquisa.

Por fim, a análise a posteriori fundamenta-se nos dados produzidos durante a experimentação. Nessa etapa, confrontam-se os resultados observados com as previsões formuladas na análise a priori, buscando compreender o desenvolvimento das situações didáticas, validar as hipóteses iniciais e interpretar os efeitos da sequência de ensino sobre a aprendizagem dos estudantes (ARTIGUE, 1996; SÁ; ALVES, 2011).

Nesse sentido, a Engenharia Didática constitui um importante instrumento metodológico para a articulação entre teoria e prática no ensino de Matemática, ao possibilitar a construção, a experimentação e a análise de situações didáticas fundamentadas teoricamente. Conforme Pais (2002 apud POMMER, 2013), essa abordagem favorece a compreensão dos processos de construção de conceitos matemáticos, ao estabelecer vínculos consistentes entre fundamentação teórica e ação pedagógica.

2.2. ENSINO POR ATIVIDADES

Resultados de avaliações em larga escala sobre o ensino de Matemática no Brasil evidenciam desafios persistentes no processo de ensino e aprendizagem dessa área. No Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB), a proficiência média em Matemática no 9º ano do Ensino Fundamental foi de 256 pontos em 2021, valor inferior ao registrado em 2019, que foi de 263 pontos. Esses dados indicam a necessidade de reflexão sobre as práticas pedagógicas adotadas, considerando que parte significativa dos estudantes apresenta dificuldades na consolidação de conhecimentos matemáticos essenciais.

Diante desse cenário, torna-se pertinente discutir alternativas metodológicas que possam contribuir para a melhoria da aprendizagem em Matemática na Educação Básica. Nesse contexto, destacam-se abordagens de ensino fundamentadas em perspectivas construtivistas, inspiradas nas contribuições de Piaget e discutidas por Sá (2009), segundo as quais a aprendizagem ocorre por meio da construção ativa do conhecimento pelo estudante, em interação com situações-problema e mediações pedagógicas adequadas.

Propostas de ensino que valorizam o protagonismo discente e a participação ativa dos estudantes têm sido associadas às chamadas Tendências em Educação Matemática. De acordo com Sá (2020), essas tendências incluem, entre outras, a Resolução de Problemas, o uso de Jogos, a História da Matemática, o uso de Tecnologias Digitais e a Etnomatemática. Tais abordagens também dialogam com orientações presentes na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que enfatiza a resolução de problemas, o raciocínio, a investigação e o uso de diferentes recursos e linguagens no ensino de Matemática.

Sá (2020) analisa ainda a relação entre essas Tendências em Educação Matemática e a Teoria das Atividades, à luz dos elementos funcionais propostos por Nuñez e Pacheco (1997), tais como: sujeitos da atividade, objeto, motivo, objetivo, sistema de operações, base orientadora da ação, meios, condições e produto. Essa articulação teórica permite compreender o processo de ensino e aprendizagem como uma atividade intencional, mediada por instrumentos e orientada para a construção de significados matemáticos.

A partir dessa análise, o autor conclui que Tendências em Educação Matemática como Etnomatemática, Jogos, Modelagem, Investigação Matemática, História da Matemática, Resolução de Problemas e uso de Tecnologias apresentam potencial para estruturar práticas pedagógicas que favoreçam a participação ativa dos estudantes e a construção de conhecimentos matemáticos com maior significado.

[...] satisfazem os requisitos funcionais de uma Atividade de Estudo. O que mostra que quando saímos do modo expositivo de ministrar aulas de matemática e utilizamos uma das Tendências atuais da Educação Matemática estamos fazendo uso dos elementos funcionais da Atividade de Ensino [...] (SÁ, 2020 p. 155)

Segundo Sá (2020), há na literatura sobre Educação Matemática, registros de um tipo de aula na qual o ensino de matemática ocorre de forma compartilhada no protagonismo de professores e alunos e que não possuem as características das Tendências em Educação Matemática mencionadas anteriormente, mas que, contudo, contém também os elementos funcionais de Atividade. Neste sentido Sá (2020) definiu as características desta metodologia da seguinte forma:

Essa estratégia metodológica tem como característica ser a aula desenvolvida por meio da realização de tarefas experimentais, elaboradas e acompanhadas pelo docente, com o objetivo de levar o estudante ao encontro com um conhecimento matemático específico após a execução de tarefas, registro de resultados, análise e reflexões sobre os resultados obtidos culminando com a sistematização do conteúdo. (Sá, 2020, p.155)

Sá (2020) chamou esse processo de ensino como Ensino de Matemática por Atividades, mas que por considerar que este também tem as características funcionais de Atividade, julgou mais adequado denominá-lo de Ensino por Atividades Experimentais de modo a diferenciá-lo das demais Tendências em Educação Matemática.

Sá (2020) definiu que o ensino de matemática por meio de atividades experimentais é

um processo didático desenvolvido por meio da realização de tarefas, envolvendo material concreto ou ideias, elaboradas pelo professor com objetivo de levar estudantes ao encontro com um conhecimento/conteúdo matemático específico após a realização da tarefa, do registro de resultados, análise e elaboração de reflexões sobre os resultados obtidos que culmina com a sistematização ou institucionalização de um conteúdo matemático. (SÁ, 2020, p. 155)

Sá (2020) concluiu no artigo intitulado “As atividades experimentais no ensino

da matemática” que, o ensino por atividades experimentais não se caracterizou com nenhuma das tendências listadas anteriormente e o definiu como sendo também uma Tendência em Educação Matemática.

Sá (1999, apud SÁ, 2020, p. 155) definiu que “quanto a participação a atividade pode ser realizada por meio da ação ou por meio da observação, principalmente quando houver manipulação de objetos frágeis ou perigosos durante a realização das tarefas da atividade”.

Segundo Sá (2019, apud SÁ, 2020), “encontramos a classificação das Atividades Experimentais em função do objetivo da mesma gerando duas possibilidades de Atividades Experimentais, as de conceituação e as de redescoberta”.

Para Sá (2019) a atividade de conceituação consiste em fazer com que o discente consiga realizar a definição de um determinado objeto matemático. A atividade de redescoberta objetiva fazer com que o educando descubra uma relação ou propriedade de um objeto matemático. É importante salientar que tanto em uma situação quanto na outra as atividades a serem desenvolvidas devem seguir os momentos de: organização, apresentação, execução, registro, análise e institucionalização.

A fase da organização consiste na arrumação da turma, que deve preferencialmente ser organizada em grupos de no máximo quatro discentes e no mínimo dois. Contudo, pode ser organizada de forma individual o que não é muito recomendável, visto que, essa composição não proporciona interações o que é fundamental para que ocorra aprendizagem. Neste instante, quem gerencia as ações, orienta e forma os grupos é o professor de modo que não ocorra imposições (SÁ, 2019).

A fase da apresentação da atividade é de incumbência do docente a distribuição do material que será necessário para o desenvolvimento da atividade. O material entregue deve vir acompanhado de um roteiro que pode ser de preferência impresso, mas também pode ser escrito no quadro, conforme Sá (2019).

A fase de execução é o momento em que o pesquisador realiza a manipulação dos materiais, faz medições, desenvolve cálculos, faz comparações. Neste momento os estudantes realizam os procedimentos previstos no roteiro das atividades. O professor deve deixar que os grupos atuem de forma livre, porém deverá supervisioná-los e ajudá-los no decorrer das ações e tirar dúvidas quando solicitado ou se percebê-

las (SÁ, 2019).

A fase do registro é o momento em que ocorre a sistematização das informações do que está sendo pesquisado. É importante que cada grupo neste instante faça o registro das informações adquiridas durante a realização dos procedimentos no respectivo local do roteiro recebido. A função do professor neste instante é de supervisionar e ajudar a sanar as dúvidas que possam surgir (SÁ, 2019).

A fase da análise é a etapa na qual os discentes de cada equipe realizam a análise das informações que foram registradas e consigam descobrir uma regularidade/irregularidade entre os dados. Neste instante é de suma importância, dado que, deverão realizar o primeiro acesso à informação que o professor deseja (SÁ, 2019).

E finalmente, temos a fase da institucionalização no Ensino por Atividades experimentais, é neste momento que é construída a conclusão oficial da turma mediante as conclusões que cada equipe elaborou. Durante esta etapa o docente independente das conclusões realizadas pelas equipes, deve solicitar que cada grupo vá ao quadro fazer o registro de suas conclusões. Além disso, e neste momento é que o docente realiza considerações sobre as conclusões apresentadas e finalmente desenvolve junto com os alunos uma conclusão que possibilita a alguém que não participou da atividade o entendimento da relação estabelecida.

2.3 RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS

Em Sá (2005), encontramos a seguinte constatação sobre resolução de problemas: “A Resolução de Problemas é uma das tendências em Educação Matemática que há muito tempo tem sido pesquisada por meio de muitos enfoques.” (SÁ, 2005, p. 25).

Neste sentido, a resolução de problemas envolvendo radicais é enfatizada em vários documentos oficiais da educação brasileira, como nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), Base Comum Curricular Nacional (BNCC) e nas matrizes de referência do Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB).

Conforme, os PCN (BRASIL, 1998) o ensino de matemática por meio de resolução de problemas é um importante meio para se lecionar os conteúdos matemáticos, no entanto tem sido utilizado de forma equivocada pelos docentes de matemática, visto que, tem visado apenas “mera aplicação final do estudo de um

conteúdo matemático” (BRASIL, 1998, p. 23).

De acordo com os PCN (BRASIL, 1998) a resolução de problema sob a luz da Educação Matemática permite que os discentes mobilizem conhecimentos e desenvolvam a capacidade para administrar as informações que lhe são dispostas, de forma que poderão ampliar seus conhecimentos sobre conceitos e procedimentos matemáticos.

A BNCC enfatiza que o ensino de radicais deve iniciar-se a partir do 8º ano do Ensino Fundamental- Anos Finais e estender-se até o 9º ano do Ensino Fundamental — Anos finais e deve ser realizado mediante ao uso de estratégias que utilizem a resolução de problema. De forma que os alunos sejam capazes de argumentar o porquê do uso de determinada operação para solução de problemas e também “Resolver e elaborar problemas usando a relação entre potenciação e radiciação, para representar uma raiz como potência de expoente fracionário.” (BRASIL, 2018, p. 315).

Em Sá (2006) encontramos que essa estratégia de ensino no ano de 1980 foi inserida na agenda do “National Council of Teachers of Mathematics” (Conselho Nacional de Professores de Matemática/Estados Unidos) NCTM e ele recomendou que a resolução de problemas fosse bastante enfatizada durante processo de ensino-aprendizagem de matemática.

Em Pozo (1998) apud Sá (2006) verifica-se que:

a resolução de problemas não deve ser vista como atividade específica de qualquer área do conhecimento. Entretanto, para a maioria das pessoas a expressão resolução de problemas quase sempre está relacionada com questões de matemática.

Em Sá (2006), encontramos as seguintes filosofias pessoais da matemática: Absolutismo, Absolutismo progressista e falibilismo. No quadro abaixo, veremos as características de cada uma dessas filosofias:

Quadro 1: Filosofias pessoais sobre a matemática e a interpretação da resolução de problemas

FILOSOFIAS PESSOAIS SOBRE A MATEMÁTICA	INTERPRETAÇÃO DE RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS
ABSOLUTISMO	A resolução de problemas consiste na execução de tarefas não rotineiras e com resposta certa impostas pelo professor. O principal papel do professor é comunicar e transmitir conhecimentos. Os problemas são meios secundários de aplicar, reforçar e motivar a aprendizagem
ABSOLUTISMO PROGRESSISTA	A resolução de problemas é um meio de desenvolver e utilizar

	as estratégias e os processos matemáticos bem como o meio de descobrir as verdades e estruturas da matemática. Os alunos são guiados pelo professor para resolverem os problemas contidos, implícita ou explicitamente, em ambientes cuidadosamente escolhidos; espera-se que o conhecimento surja da experiência dos alunos tendo o professor o papel de condutor e facilitador.
FALIBILISMO	A resolução de problemas será considerada a pedagogia a utilizar na sala de aula. Particularmente será vista como um processo socialmente mediado de formulação de problemas e construção da sua solução, processo esse requerendo discussão para negociação de sentidos, estratégias e provas.

Fonte: Sá (2006).

Mendonça (1999, p. 16-17) apud Sá (2006) percebemos três interpretações da expressão da resolução de problemas, a seguir :Com um objetivo, um processo e um ponto de partida.

Como objetivo, a resolução de problemas significa que se ensina matemática para resolver problemas; Como processo, a resolução de problemas significa olhar para o desempenho/ transformação dos alunos como resolvidores de problemas. Analisam-se as estratégias dos alunos; Como ponto de partida os problemas são usados como recurso pedagógico para iniciar o processo de construção de um dado conhecimento específico. (SÁ,2006, p.61)

Em nossa experimentação propomos a aplicação de uma sequência didática na qual as questões propostas usam problemas com propriedades e operações de radicais aliada a aplicação de um software de matemática idealizada pela Microsoft, os quais possuem como abordagem a concepção de resolução de problemas como ponto de partida a Teoria da Atividade e a Teoria dos Registros de Representação Semiótica, haja vista, que tanto a primeira quanto a segunda propõem quem participará desta fase, no caso os professores sejam protagonistas durante o processo de ensino-aprendizagem de objetos matemáticos, aumentando as capacidades cognitivas dos discentes. Ademais, as questões das situações problemas propostos, são classificadas de acordo com Sá (2003), as quais descrevemos nesta pesquisa na revisão de literatura.

2.4 TEORIA DOS REGISTROS DE REPRESENTAÇÃO SEMIÓTICA

2.4.1 Introdução

A Teoria dos Registros de Representação Semiótica foi desenvolvida pelo matemático e didata francês Raymond Duval, constituindo uma das contribuições mais relevantes para a compreensão do processo de ensino e aprendizagem da matemática. Essa teoria parte da premissa de que a atividade matemática não se restringe apenas à manipulação de símbolos, mas envolve, sobretudo, a capacidade de mobilizar diferentes formas de representação de um mesmo objeto matemático.

Segundo Duval (2003), um registro de representação semiótica é um sistema de signos que permite representar e comunicar ideias matemáticas. Exemplos comuns de registros incluem o algébrico, o geométrico, o gráfico, o numérico e o linguístico (natural). Cada registro possui suas próprias regras de produção e interpretação, o que implica que um mesmo conceito pode assumir diferentes significados, dependendo da forma como é representado, conforme descrevem De Souza Pinheiro, Darsie, Lopes (2024).

As representações e o conhecimento matemático mostram que, segundo o teórico francês, as representações mentais podem ser expressas por meio de representações semióticas sobre esses objetos matemáticos para que você possa explorar, comunicar, operação, a palavra semiótica tem origem no grego e significa Semeion – símbolo, é considerada uma ciência dos símbolos. De um modo geral, um sinal refere-se a algo representar algo para alguém. Pode ser uma letra, uma palavra, um travessão qualquer. Para a semiótica, os signos desempenham um papel fundamental porque as representações simbólicas são criadas através de símbolos inerentes ao sistema expressar. Só podemos acessar objetos através de objetos representações semióticas, razão pela qual se tornam tão importantes nos processos semióticos aprenda matemática.

A matemática se organiza como uma linguagem estruturada por símbolos, representações e diferentes registros semióticos que possibilitam a expressão e a comunicação de ideias abstratas. Cada registro — como o algébrico, o geométrico, o numérico ou o gráfico — possui uma forma própria de representar conceitos, com regras específicas de interpretação e manipulação. A simbologia matemática, nesse contexto, é fundamental, pois atua como um código que precisa ser compreendido em

sua função dentro de cada registro. Assim, o entendimento matemático vai além da mecânica dos cálculos: exige a habilidade de transitar entre registros e dar significado às representações, construindo conexões que tornam o conhecimento mais sólido e significativo.

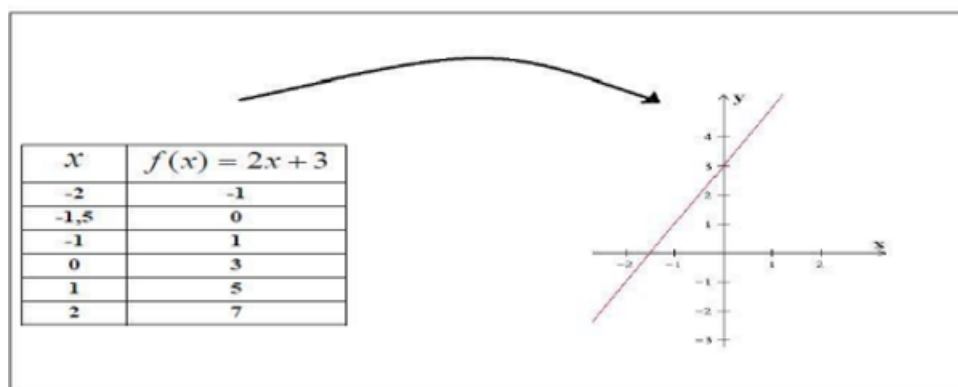
Da Silva (2024) relatou que o interesse de Durval em primeiro lugar, está no funcionamento cognitivo do aluno. Para ele, o pensamento está intimamente ligado às operações semióticas e, conseqüentemente, não haverá. A compreensão não é possível sem a utilização de representações semióticas. Todavia, as representações matemáticas são relevantes, uma vez que os objetos são significativos. Os matemáticos, por não serem acessíveis à percepção, têm a capacidade de obtê-la através de sua representação. É importante salientar que um mesmo objeto matemático pode ter representações distintas. De acordo com as necessidades e o seu uso, sendo assim, a presente análise justifica-se pela necessidade de se compreender as questões que envolvem os registros frente as representações da semiótica frente ao processo de ensino da matemática.

À medida que a teoria de Raymond Duval se aprofundou e se consolidou, a investigação em Educação Matemática tem encontrado nela um importante apoio para alcançar seu objetivo central: compreender a complexidade envolvida na aprendizagem da matemática. Entre os objetivos específicos, destacam-se: compreender como essa teoria foi formulada e os motivos pelos quais é amplamente aceita por pesquisadores da área; analisar a relevância da formação da base teórica relacionada à semiótica; e, por fim, investigar como o registro das representações semióticas contribui efetivamente para a aprendizagem matemática.

2.4.2 A Semiótica e suas características frente ao ensino de Matemática

Duval destacou a existência de dois tipos de alterações nos registros, as quais, na sua perspectiva, podem ser consideradas. Podem ser realizados tratamentos e conversões. De acordo com as definições apresentadas a seguir é importante salientar que as "conversões" são as alterações de registros de representação semiótica. De um tipo para o outro, os tratamentos são modificações em registros de representação em outros sistemas de semiótica. A Figura 1 mostra um exemplo de uma conversão de um registro tabular para um registro gráfico na função afim.

Figura 1: Conversão da representação tabular para a gráfica da Função Afim



Fonte: BRANDL, LENARTOVICZ, PAVANELLO (2024)

Os tratamentos foram permanecidos no mesmo lugar, como o sistema semiótico, por exemplo, quando resolvemos uma expressão numérica. A utilização de frações está limitada à forma fracionária. Se fizermos uma conversão, dividindo as frações em decimais e vice-versa, teremos dois sistemas e as conversões serão realizadas por meio de conversões.

Dessa forma, o estudante pode alternar entre uma representação e outra, o que diferencia características que estão relacionadas ao objeto matemático. Aqueles que representam o seu próprio nome. Segundo a opinião destes, essa mudança é considerada a mais relevante e complexa de ser realizada pelos pesquisadores. Recursos cognitivos que estão intimamente ligados à representação. A limitação de se utilizar um único registro semiótico para representar um objeto matemático é a mesma. Isso se deve ao fato de que uma única via não garante a compreensão, ou seja, o aprendizado de matemática. O registro único de uma representação significa que, se considerarmos a representação como sendo o objeto matemático, $f(x) = x$, como descrevem Do Amaral, De Oliveira Matias e De Oliveira Sarvo (2024).

A função, portanto, seria uma representação do objeto matemático. Dessa forma, é necessário, pelo menos, ter em mente duas coisas: o objeto e o conteúdo da representação. As duas representações devem ser consideradas representações. O objeto permanece o mesmo. Além disso, o aluno deve ser capaz de converter e transitar. Há uma distinção entre uma representação e outra. Em suma, considerando que há diversos registros de representação, Duval considera que as atividades de conversão entre os registros são fundamentais para a compreensão dos objetos matemáticos no ensino da matemática. Isso permitiu que haja uma diferença entre o objeto e sua representação.

É possível notar que este estudo de Duval, a respeito dos registros de representação semiótica para a aprendizagem de matemática é um instrumento de pesquisa é relevante, pois permite uma análise das complexidades do aprendizado de matemática. Todavia, a base teórica de Duval nos leva a outras reflexões que não dizem respeito ao aspecto cognitivo do aluno. Isso quer dizer que ela nos faz pensar sobre o papel primordial, o funcionamento e a constituição de um sistema de representação que orienta a construção de conhecimentos.

Sendo assim, é relevante refletir sobre a ideia de representação, particularmente se a representação semiótica foi o modelo para adquirir o conhecimento. Portanto, compreende-se a criação ou emergência deste tipo de conhecimento. Duval analisou os registros de representação semiótica para a aprendizagem de matemática, com base no pensamento moderno, e fundamenta-se no conceito de um sujeito. Um objeto cognoscível, uma teoria dos signos e uma teoria dos signos. Dessa forma, esta análise se concentra nas seguintes seções: em primeiro lugar, sob o título de respeito à duplicidade das coisas, trago reflexões sobre a instauração da representação como um processo.

De acordo com Ávila (2024), a distinção entre o objeto e sua representação, define os componentes de um novo modo de conhecer, dado pelo sistema de representação. Encaminhamento, sob o título de representação semiótica ou representação, os registros de representação semiótica produzidos por um sistema semiótico. A partir de regras, convenções e códigos, que são fundamentais para as atividades mentais, uma vez que a compreensão desses fundamentos pode contribuir significativamente para a formação inicial e continuada do professor de matemática.

Apresentamos as conclusões deste estudo. Contrariando uma formação docente que se concentra na racionalidade. Tecnicamente, e tendo como foco o desenvolvimento da relação do professor com o conhecimento matemático, reflexões históricas e epistemológicas tanto dos saberes matemáticos quanto das teorias de aprendizagem que usamos podem ser úteis para as discussões sobre as novas perspectivas na formação de professores de matemática como uma ciência.

2.4.3 Considerações sobre o tópico

A teoria dos registros de representação semiótica oferece uma estrutura robusta para compreender como os alunos adquirem conhecimento, particularmente

em matemática, enfatizando a necessidade de fluência e compreensão das características de cada registro. Sua aplicação promove uma transformação nos métodos de ensino, tornando-os mais abrangentes e eficazes. Isso possibilita aos estudantes uma exploração mais rica e integrada dos conceitos matemáticos.

2.5 TEORIA DA ATIVIDADE

Abordaremos o tema Teoria da Atividade em cinco partes, a saber: Origem e estrutura hierárquica, Contribuições e Pontos Fortes, Limitações e Críticas, Aplicabilidade e Uso Atual e Conclusão e Perspectivas Futuras.

2.5.1 Origem e estrutura hierárquica

Silva (2003) afirmou que foi o psicólogo e filósofo soviético, Alexei Leontiev que estabeleceu a Teoria da Atividade para explicar como o desenvolvimento humano ocorreu através das atividades cotidianas e a relação dos indivíduos com o ambiente ao seu redor. Essa teoria possuiu raízes na psicologia sociocultural, e sustentou que a atividade humana é estruturada e guiada por objetivos, e ocorreu dentro de um contexto social e cultural.

Segundo Bulgacov, et al (2014) para analisar as estruturas hierárquicas da Teoria da Atividade é necessário entender as gerações desta teoria: No caso a primeira geração foi desenvolvida por Vygotsky, temos que a estrutura hierárquica da Teoria da Atividade neste caso, pode ser vista como uma série de camadas ou componentes que interagem entre si. Aqui estão os principais elementos, geralmente representados em um triângulo:

- **Sujeito:** O indivíduo ou grupo focado na realização de uma atividade;
- **Objeto:** O alvo ou problema em que a atividade é focada, o que motiva o sujeito e é transformado num resultado;
- **Instrumentos:** As ferramentas, conceitos, modelos e outros mediadores que o sujeito utiliza para agir sobre o objeto.

Outrossim, Bulgacov, et al (2014) afirmou que na Teoria da Atividade, as concepções de operação, ação e atividade são camadas hierárquica de análise que diferenciam os níveis de engajamento e consciência nas atividades humanas. Estes conceitos foram principalmente desenvolvidos por Alexei Leontiev, um dos principais

estudantes de Vygotsky, para explicar como a atividade mediada por ferramentas é organizada e como ela evoluiu especificamente na segunda geração deste conceito. Aqui está uma descrição detalhada de cada um:

- **Atividade:** Este é o nível mais alto da hierarquia e refere-se a um sistema de comportamento orientado para um motivo. As atividades são processos sociais e culturais significativos que ocorrem ao longo do tempo e são orientados para a realização de uma necessidade subjacente ou motivo. Por exemplo, a educação pode ser considerada uma atividade cujo motivo é adquirir conhecimento e habilidades. As atividades são compostas por várias ações e podem ser realizadas individualmente ou em grupo;
- **Ação:** As ações são os componentes conscientes e intencionais de uma atividade. Elas são orientadas para metas específicas e são os meios pelo quais os motivos de uma atividade são realizados. As ações são influenciadas pelo contexto e pelas condições sob as quais são realizadas. Por exemplo, assistir a uma aula é uma ação dentro da atividade de educação, com a meta de aprender um tópico específico;
- **Operação:** As operações são as realizações reais das ações e frequentemente ocorrem em um nível inconsciente ou automático. Elas são determinadas pelas condições e meios pelos quais a ação é realizada. As operações são rotinas ou procedimentos práticos que permitem que as ações sejam efetuadas. Por exemplo, tomar notas durante uma aula é uma operação que apoia a ação de aprender.

Finalmente, segundo Santos e Domingos (2014), a terceira geração da Teoria da Atividade foi Desenvolvida por Engeström (2001) e tem a seguinte detalhamento abaixo:

- **Sujeito:** Visto como o indivíduo ou subgrupo sob o qual se obtém o ponto de vista da análise;
- **Objeto:** Visto como o problema ou a parte do mundo material na qual a atividade existe de modo a obter um resultado;
- **Artefatos:** Visto como instrumentos de mediação, aqui podem ser reconhecidos como artefatos (instrumentos, calculadoras etc.) ou artefatos psicológicos (imagens mentais, conceptualizações etc.);

- **Comunidade:** Visto como o coletivo dos sujeitos ou grupos onde se orienta a atividade em relação ao objeto;
- **Divisão do trabalho:** Vista como a divisão horizontal das atividades e a divisão vertical do poder e responsabilidades; quem faz o quê na atividade em relação ao objeto;
- **Regras:** Vista como a cultura partilhada do sistema de atividade com regras explícitas, processos, práticas culturais, normas, pontos de vistas e convenções.

2.5.2 Contribuições e Pontos Fortes

A Teoria da Atividade tem sido aplicada na educação matemática com várias contribuições e pontos fortes significativos. Uma dessas contribuições aponta Sebastião (2017) como exitosa uma pesquisa fundamentada na Teoria da atividade sobre possíveis benefícios do uso da lousa digital no ensino-aprendizagem de tendência central no ensino superior.

Chiari, Borba e Souto (2019) discutiram como a linguagem formal, as tecnologias digitais, a internet, os ambientes virtuais de aprendizagem e a interação entre participantes de cursos à distância, fundamentados na teoria da atividade podem influenciar e transformar positivamente a produção de conhecimento na educação a distância (EAD). Aqui temos outros estão dos principais benefícios e contribuições deste conceito na matemática, segundo o pensamento de Leontiev:

- **Aprendizagem Situada:** A Teoria da Atividade promove a aprendizagem situada, onde os conceitos matemáticos são ensinados e aprendidos dentro do contexto de suas aplicações práticas. Isso ajuda os alunos a compreenderem melhor a relevância e a aplicabilidade dos conceitos matemáticos na vida real.
- **Mediação de Ferramentas:** A Teoria enfatiza o papel das ferramentas, sejam físicas (como régua e compasso) ou conceituais (como fórmulas e teoremas), na aprendizagem matemática. Isso ajuda a entender como os alunos interagem com essas ferramentas para construir conhecimento.
- **Desenvolvimento Conceitual:** Ao focar na atividade como unidade de análise, a Teoria da Atividade pode ajudar a compreender como os alunos desenvolvem conceitos matemáticos ao longo do tempo, em interação com ferramentas, colegas e instrutores.

- **Resolução de Problemas:** A Teoria pode ser aplicada para analisar e projetar atividades de resolução de problemas matemáticos, enfatizando a importância das estratégias e ferramentas usadas pelos alunos para resolver problemas complexos.
- **Colaboração e Comunidade:** A Teoria da Atividade destaca a importância da comunidade e da colaboração na aprendizagem matemática. Ela incentiva os alunos a trabalharem juntos, compartilharem estratégias e construam conhecimento coletivamente.
- **Análise de Contradições:** A Teoria pode ser usada para identificar contradições e conflitos na sala de aula no momento da aula de matemática, com diferença entre a teoria matemática e a prática, ou entre diferentes abordagens de ensino. Isso pode levar a melhorias no processo de ensino e aprendizagem.
- **Design de intervenções:** A Teoria da Atividade pode orientar o design de intervenções educacionais na matemática, ajudando educadores a criar atividades e recursos que são mais eficazes para promover a aprendizagem matemática.
- **Foca na mudança:** A aplicação da Teoria da Atividade na educação matemática ajuda a entender e facilitar a mudança, tanto no nível do aluno (aprendizagem e desenvolvimento de conceitos) quanto no nível do sistema (melhorias das práticas de ensino).

Em resumo, a Teoria da Atividade oferece uma estrutura robusta para compreender e melhorar a aprendizagem matemática. Ela ajuda educadores e pesquisadores a considerarem a complexidade das interações sociais, culturais e materiais no ensino aprendizagem da matemática.

2.5.3 Limitações e Crítica

Apesar de suas contribuições significativas, a Teoria da Atividade de Leontiev não está isenta a críticas. Uma delas é a falta de uma descrição clara e detalhada da relação entre os vários componentes da atividade (atividade, ação e operação). Isto torna a teoria um tanto abstrata e difícil de aplicar em situações concretas.

Além disso, a Teoria da Atividade tem sido criticada por sua abordagem estrutural e funcional, que alguns veem como insuficientemente crítica das estruturas de poder e desigualdade na sociedade. Abaixo, citamos alguns desses críticos:

Wertsch (1998) argumenta que a teoria da atividade não fornece uma base adequada para a compreensão da mente humana e da consciência, e propõe uma abordagem alternativa baseada na noção de "ação mediada culturalmente".

Stetsenko (2016) afirma que a teoria da atividade carece de uma compreensão adequada da dimensão subjetiva e individual do desenvolvimento humano, e propõe uma abordagem mais crítica e transformadora.

Finalmente, temos Engeström (1987), conhecido por suas críticas e desenvolvimentos da teoria da atividade, argumenta que a teoria da atividade precisa ser expandida e desenvolvida para melhor abordar as complexidades do trabalho e da aprendizagem em contextos sociais e culturais específicos.

2.5.4 Aplicabilidade e Uso Atual

Hoje, a Teoria da Atividade é usada em muitos campos, desde a educação até a ergonomia e design de interação. Na educação, ajuda a criar abordagens pedagógicas que enfatizam a aprendizagem ativa e significativa. Abaixo, citamos algumas dessas abordagens influenciadas pela Teoria da Atividade, segundo seus autores:

- **Design-Based Research (DBR):** Colins (1992) explicou num artigo a base do que viria a ser o DBR que, é uma metodologia que envolve a concepção e a implementação iterativa de intervenções educacionais, com base em teorias de aprendizagem, como a Teoria da Atividade. Isso permite que os pesquisadores testem e refinem teorias em contextos reais de aprendizagem, promovendo a aprendizagem ativa e significativa.
- **Inquiry-Based Learning (IBL):** Embora o IBL não seja derivado diretamente da Teoria da Atividade, mas ela se alinha bem com os princípios do IBL, tais como: Mediação de ferramentas, Contexto Social e Cultural, Objetivos e resultados, Papel do professor e Divisão do Trabalho. Além disso, as ideias de Piaget, Dewey e Vygotsky foram essenciais para a elaboração do IBL, pois esta metodologia envolve os

alunos num processo de exploração e investigação, incentivando-os a formular perguntas, investigar fenômenos, e construir conhecimento de forma ativa.

- **Project-Based Learning (PBL):** O PBL é uma abordagem pedagógica que organiza a aprendizagem em torno de projetos complexos e autênticos. A conexão entre PBL e a teoria da atividade pode ser encontrada na forma como ambos abordam a aprendizagem. PBL alinha-se bem com a teoria da atividade ao promover ambientes de aprendizagem colaborativa e engajamento ativo com problemas do mundo real, que são vistos como ferramentas mediadoras na teoria da atividade. Além disso, tanto o PBL quanto a teoria da atividade valorizam o papel do contexto social e cultural no processo de aprendizagem.
- **Cultural-Historical Activity Theory (CHAT):** CHAT é uma expansão da Teoria da Atividade original de Vygotsky e Leontiev. Ela tem sido usada para desenhar e analisar ambientes de aprendizagem que são culturalmente relevantes e socialmente situados, promovendo a aprendizagem ativa e significativa.
- **Computer-Supported Collaborative Learning (CSCL):** CSCL utiliza a Teoria da Atividade para desenhar e analisar ambientes de aprendizagem que promovam a colaboração e a interação suportadas por tecnologia, enfatizando a aprendizagem ativa e a construção coletiva de conhecimento.
- **Activity-Centered Design (ACD):** ACD é uma abordagem de design instrucional que se baseia na Teoria da Atividade para criar ambientes de aprendizagem que são centrados na atividade e na prática, promovendo a aprendizagem ativa e envolvente.
- **Expansive Learning:** Desenvolvido pelo pesquisador Engeström, uma expansão da Teoria da Atividade, o Expansive Learning foca na aprendizagem como um processo de transformação coletiva e expansão de sistemas de atividade. Ele promove a aprendizagem ativa ao incentivar os alunos a identificarem e resolver contradições em seus ambientes de aprendizagem.

Vale ressaltar que essas abordagens e muitas outras derivadas ou influenciadas pela Teoria da Atividade compartilham um compromisso com a aprendizagem ativa e significativa, onde os alunos são vistos como participantes dinâmicos no processo de construção do conhecimento, ao invés de receptores passivos de informações.

2.5.5 Conclusão e Perspectivas Futuras

Em resumo, a análise da teoria da atividade revela uma abordagem teórica e metodológica poderosa para compreender o desenvolvimento humano e as interações entre a atividade humana, a cultura e as estruturas sociais. Embora tenha sido objeto de críticas, a teoria da atividade continua a ser uma influência significativa e oferece perspectivas promissoras para pesquisas e aplicações futuras.

Perspectivas futuras da análise da teoria da atividade envolvem a necessidade de continuar a desenvolver sua base conceitual e metodológica, integrando abordagens complementares e respondendo aos desafios teóricos e práticos. A expansão da teoria da atividade para abordar questões contemporâneas, como a tecnologia digital, a globalização e a diversidade cultural, também é uma direção promissora. Além disso, a aplicação da teoria da atividade em contextos práticos, como o design de ambientes de aprendizagem e a melhoria de práticas profissionais, pode contribuir para a efetividade e a transformação desses contextos.

3 ANÁLISES PRÉVIAS

Esta seção tem como objetivo realizar discursões sobre o tema, de modo que aborda os aspectos matemáticos de radicais, os aspectos curriculares de radicais, os aspectos históricos de radicais e uma revisão de estudos sobre o tema.

3.1 ASPECTOS MATEMÁTICOS DE RADICAIS

3.1.1 Radiciação

Define-se raiz **de índice m** (ou raiz enésima) de **b** o número ou expressão que, elevado à potência **m** reproduz **b**

$$\sqrt[m]{b} = y \Leftrightarrow y^m = b, \text{ sabendo-se que:}$$

m - Índice do radical

b – radicando

$\sqrt{}$ -Radical

y- raiz enésima

A partir disso, temos que:

Seja $b \in \mathbb{R}$ e $m \in \mathbb{N}$, com $m > 1$, temos que considerar os seguintes casos para a raiz enésima de b ($\sqrt[m]{b}$).

- Se m for par e $b \geq 0$, temos que $\sqrt[m]{b}$ é um número $x \geq 0$, tal que $y^m = b$.
- Se m for par e $b < 0$, $\nexists \sqrt[m]{b}$ em $\mathbb{R}$.
- Se m for ímpar, temos que $\sqrt[m]{b}$ é um número y, tal que $y^m = b$.

Verifica-se que $2^2 = 4$. Desta forma, com base no explicitado acima descobrimos a operação que nos permite aferir qual o número que elevado ao quadrado equivale a 4.

$$\sqrt[2]{4} = 2, \text{ pois } 2 \text{ elevado ao quadrado é } 4.$$

Convencionou-se que este tipo de operação se denomina radiciação e é inversa a potenciação.

3.1.2 Raiz Quadrada Exata de um Número Natural ($\mathbb{N}$)

Ao efetuarmos os cálculos com raiz quadrada usamos um símbolo chamado radical ($\sqrt{}$). Verificamos também que na literatura acadêmica há duas suposições

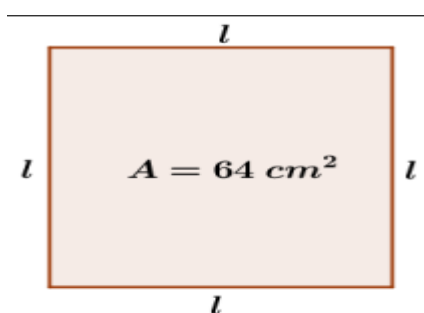
sobre a origem desse símbolo, a saber:

A primeira suposição, refere-se ao uso do símbolo pelos matemáticos árabes, segundo a derivação de uma das letras que compõem o alfabeto árabe. A segunda Suposição, adveio da letra “r”, inicial da palavra latina *radix* (fundamento, origem, raiz). Mas, através de registros históricos existentes obra intitulada, “*Die Coss*” idealizada por Rudolff (1553) foi a primeira vez que este símbolo foi impresso.

Segundo Araújo (2019), o “*radix*” era usado para calcular o lado do quadrado de área conhecida, como por exemplo: “*radix quadratum 64 aequalis 8*”, escrito em latim, numa tradução livre, é: “O lado do quadrado de 64 é igual a 8”.

Desta forma, para calcular o lado de um quadrado de área conhecida, basta tirar a raiz quadrada dessa área. Exemplo abaixo ilustrado pela Figura 2.

Figura 2: Raiz Quadrada

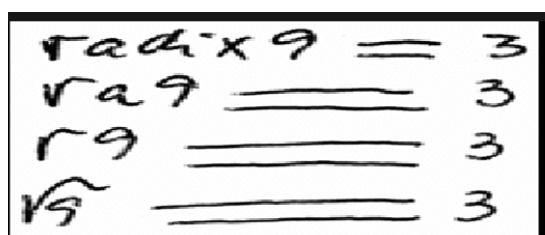


Fonte: Araújo (2019)

$$l = \sqrt{A} \Leftrightarrow l = \sqrt{64} \Leftrightarrow l = 8 \text{ cm}$$

Anteriormente vimos que o símbolo da raiz quadrada é chamado de radical ($\sqrt{}$). Verificamos este símbolo na maioria das calculadoras e sua origem está no abreviamento da palavra *radix*, que o passar dos anos, o símbolo foi sendo simplificado, até resultar no símbolo usado nas literaturas atuais, ilustrado na figura3.

Figura 3: Evolução do símbolo



Fonte: Araújo (2019)

Se aprofundando cada vez mais percebemos os seguintes resultados das raízes quadradas dos números quadrados perfeitos, abaixo:

1. $\sqrt{16}=4$, pois $2^2=2.2=4$
2. $\sqrt{36}=6$, pois $6^2=6.6=36$
3. $\sqrt{49}=7$, pois $7^2=7.7=49$

Daí, pode surgir a pergunta: E se eu não conseguir memorizar estas raízes? Bem, devemos fazer uso da técnica matemática, chamada fatoração, considerada uma das melhores de se encontrar a raiz quadrada de um número. A seguir analisaremos com detalhe esta questão:

Seja igualdade a seguir, $\sqrt{b}=x \Leftrightarrow x^2=b$, com $b \in \mathbb{N}$.

Agora vamos, decompor um número b natural quadrado perfeito em fatores de números primos, usando a técnica da fatoração, seja:

$$b = q_1^{2k_1} \cdot q_2^{2k_2} \cdot q_3^{2k_3} \cdot q_4^{2k_4} \dots q_n^{2k_n}$$

$$b = (q_1^{k_1} \cdot q_2^{k_2} \cdot q_3^{k_3} \cdot q_4^{k_4} \dots q_n^{k_n})^2 \text{ com } p, k, n \in \mathbb{N}, \text{ com isso:}$$

$$\sqrt{b} = q_1^{k_1} \cdot q_2^{k_2} \cdot q_3^{k_3} \cdot q_4^{k_4} \dots q_n^{k_n}$$

Caso b não fosse um quadrado perfeito, pelo menos um dos fatores primos deve ter expoente ímpar. Podemos verificar esta análise a partir de dois exemplos práticos:

Exemplo 1: $\sqrt[2]{49}=\sqrt{7^2} = 7$, 49 é quadrado perfeito, pois é natural e o expoente do fator primo é par.

Exemplo 2: $\sqrt{54}=\sqrt[2]{2 \cdot 3^3}$, 54 não é quadrado perfeito, pois é natural e pelo menos um dos expoentes dos fatores primos é ímpar.

3.1.3 Raiz Quadrada Exata de um Número Inteiro ($\mathbb{Z}$)

Através da dedução obtém-se os seguintes resultados:

Todo número negativo, ao ser elevado ao quadrado, resulta num número positivo. Todo número positivo, ao ser elevado ao quadrado, resulta num número positivo. Vejamos uns exemplos:

- $(-9)^2 = (-9) \cdot (-9) = +81$
- $(+9)^2 = (+9) \cdot (+9) = +81$

Inferese-se que um número inteiro negativo não tem raiz real, por exemplo $y=-21$,

a raiz quadrada de -21 não existe no conjunto dos números reais. Vale ressaltar que Lima (2006) no livro *A matemática do ensino médio-Volume 1*, menciona a seguinte relação entre valor absoluto e raiz quadrada abaixo:

$$|x| = \sqrt{x}, \text{ onde } |x| = \max \{x, -x\}$$

3.1.4 Raiz Quadrada Inteira de Número Positivo

Existe raiz quadrada inteira de qualquer número inteiro positivo

- $\sqrt{100} = 10$, pois 10 é positivo e $10^2 = 10 \cdot 10 = 100$

3.1.5 Raiz Quadrada Exata de um Número Real ($\mathbb{R}$)

Seja $\sqrt{y} = b$, com $y \in \mathbb{R}$ e $b \in \mathbb{Q}$, dizemos que a raiz quadrada é exata. Vejamos as raízes abaixo:

$$\sqrt{400}, \sqrt{1,21}, \sqrt{64} \text{ e } \sqrt{1}$$

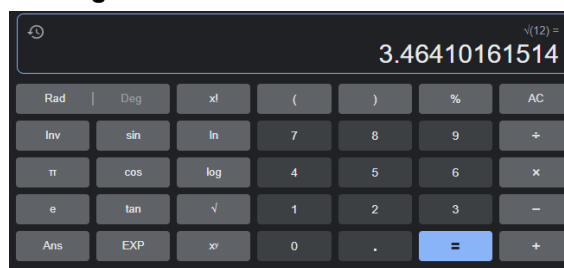
- $\sqrt{400} = \sqrt{20^2} = 20$, pois 20 é positivo e $20^2 = 20 \cdot 20 = 400$.
- $\sqrt{1,21} = \sqrt{\frac{121}{100}} = \frac{11}{10} = 1,1$, pois 1,1 é positivo e $1,1^2 = 1,1 \times 1,1 = 1,21$
- $\sqrt{64} = \sqrt{8^2} = 8$, pois 8 é positivo e $8^2 = 8 \times 8 = 64$.

3.1.6 Raiz Quadrada Não Exata de um Número Real ($\mathbb{R}$)

Dado $\sqrt{y} = b$, com $y \in \mathbb{R}$ e $b \in \mathbb{I}$, define-se este tipo de raiz quadrada como não exata.

Assim, podemos auferir o resultado de uma raiz quadrada não exata de duas formas: A primeira por calculadora e a segunda por tentativas.

- a) Na calculadora: Considerando a calculadora da imagem abaixo, ao teclar em $\sqrt{}$, 12 e obtemos a seguinte igualdade $\sqrt{12} = 3,46410161514$, conforme a Figura 4.

Figura 4: Calculadora do Windows 10

Fonte: Elaborado pelo autor

b) Nas tentativas

- $\sqrt[2]{12}$ é menor que 4, pois $4^2=16$ e $16 > 12$.
- $\sqrt[2]{12}$ é maior que 2, pois $2^2=4$ e $12 > 4$.

Assim, $2 < \sqrt[2]{12} < 4$.

Após, esta análise preliminar sobre os radicais, vamos nos ater as propriedades dos radicais. Tendo em vista que todas as propriedades para potências de expoente inteiro são válidas para expoente racional, é possível justificar as principais propriedades de radicais. Considere, então, $a, b \in \mathbb{R}$, $m, n, t \in \mathbb{N}$ e os radicais $\sqrt[n]{a}$ e $\sqrt[n]{b}$. Então, tem-se que:

3.1.7 Produto de radicais de mesmo índice

O produto de radicais é:

$$\sqrt[n]{a} \cdot \sqrt[n]{b} = a^{\frac{1}{n}} \cdot b^{\frac{1}{n}} = (a \cdot b)^{\frac{1}{n}} = \sqrt[n]{a \cdot b}$$

Portanto,

$$\sqrt[n]{a} \cdot \sqrt[n]{b} = \sqrt[n]{a \cdot b}$$

Então, na multiplicação de radicais de mesmo índice, pode-se conservar o índice e multiplicar os radicandos.

3.1.8 Quociente de radicais de mesmo índice

O quociente entre eles pode ser expresso por:

$$\frac{\sqrt[n]{a}}{\sqrt[n]{b}} = \frac{a^{\frac{1}{n}}}{b^{\frac{1}{n}}} = \left(\frac{a}{b}\right)^{\frac{1}{n}} = \sqrt[n]{\frac{a}{b}}$$

Então,

$$\frac{\sqrt[n]{a}}{\sqrt[n]{b}} = \sqrt[n]{\frac{a}{b}}, b \neq 0$$

Logo, na divisão de radicais de mesmo índice, pode-se conservar o índice e dividir os radicandos, obviamente com $b \neq 0$.

3.1.9 Potência cuja base é um radical

Consideramos o radical $\sqrt[n]{a}$ como base da potência de expoente m . Então,

$$(\sqrt[n]{a})^m = (a^{\frac{1}{n}})^m = a^{\frac{m}{n}} = \sqrt[n]{a^m}$$

Logo,

$$(\sqrt[n]{a})^m = \sqrt[n]{a^m}$$

Sendo assim, elevar um radical **a** um expoente **m** é equivalente o radicando a **m**.

3.1.10 Raiz da Raiz

Observe que $\sqrt[m]{\sqrt[n]{a}} = \sqrt[m.n]{a}$ pode ser reescrita como:

$$\sqrt[m]{\sqrt[n]{a}} = \sqrt[m]{a^{\frac{1}{n}}} = a^{\frac{1}{m.n}} = \sqrt[m.n]{a}$$

Então,

$$\sqrt[m]{\sqrt[n]{a}} = \sqrt[m.n]{a}$$

Portanto, obter a raiz de uma raiz, pode-se conservar o radicando e multiplicando seus índices.

3.1.11 Simplificação de radicais

Considere a raiz enésima da potência de a^m . Então,

$$\sqrt[n]{a^m} = a^{\frac{m}{n}} = a^{\frac{m.t}{n.t}} = \sqrt[n.t]{a^{m.t}}$$

Logo,

$$\sqrt[n]{a^m} = \sqrt[n.t]{a^{m.t}}$$

Sendo assim, ao se multiplicar ou dividir o índice de uma raiz e o expoente do radicando por um mesmo valor inteiro positivo **t**, seu valor não se altera.

Radicais são muito úteis na matemática, especialmente em problemas que

envolvem medidas e dimensões. Neste nível, vamos estudar algumas operações básicas com radicais, como adição, subtração, multiplicação e divisão.

3.1.12 Adição e Subtração de Radicais

Podemos adicionar e subtrair radicais da mesma forma que fazemos com variáveis algébricas. A única condição é que os radicais sejam "semelhantes", ou seja, tenham o mesmo número sob a raiz.

Exemplo: Simplifique $2\sqrt[2]{3} + 3\sqrt[2]{3}$.

Como ambos os termos são $\sqrt[2]{3}$, podemos somá-los como se fossem variáveis. O resultado é $5\sqrt[2]{3}$.

3.1.13 Multiplicação e Divisão de Radicais

A multiplicação e a divisão de radicais são bastante diretas. Quando multiplicamos ou dividimos radicais, multiplicamos ou dividimos os números sob a raiz.

Exemplo: Simplifique $\sqrt[2]{2} \times \sqrt[2]{3}$

Aqui, simplesmente multiplicamos os números sob a raiz para obter $\sqrt[2]{6}$.

Exemplo: Simplifique $\sqrt[2]{8} / \sqrt[2]{2}$

Aqui, simplesmente dividimos os números sob a raiz para obter $\sqrt[2]{4}$, que simplifica para 2.

3.2 ASPECTOS CURRICULARES DO OBJETO MATEMÁTICO RADICAIS

Para falarmos dos aspectos curriculares dos radicais foram analisados os seguintes documentos oficiais: Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), Base Nacional Comum Curricular (BNCC), Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB), Exame Nacional para Certificação de Competências de Jovens e Adultos (Encceja) e Sistema Paraense de avaliação educacional.

3.2.1 Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs)

Os PCNs, utilizados como referência para a organização curricular nas escolas brasileiras, não mencionam explicitamente o objeto matemático radicais. No entanto,

os PCNs do Ensino Fundamental estabelecem que o ensino de Matemática deve abordar conteúdos relacionados ao cálculo mental, operações básicas, resolução de problemas, geometria, medidas e grandezas, além de propor situações que envolvam cálculos com números racionais e a utilização de suas propriedades.

3.2.2 Base Nacional Comum Curricular (BNCC)

A BNCC é um documento atualizado que estabelece as aprendizagens essenciais que todos os estudantes devem desenvolver ao longo da Educação Básica no Brasil. No âmbito da Matemática, a BNCC determina habilidades específicas a serem alcançadas pelos estudantes em cada etapa de ensino. A BNCC do Ensino Fundamental e do Ensino Médio aborda o estudo dos radicais como parte dos conteúdos de números e álgebra. Por exemplo, no 9º ano do Ensino Fundamental, a BNCC indica que os estudantes devem ser capazes de simplificar expressões com radicais e resolver equações com radicais.

A BNCC (Base Nacional Comum Curricular) representa uma significativa mudança no panorama da educação brasileira, visto que proporciona um direcionamento comum em relação ao que deve ser ensinado nas escolas, garantindo um padrão de aprendizado em todo o território nacional. O documento busca assegurar que todas as crianças e jovens do Brasil tenham acesso a um conteúdo mínimo, independentemente da escola em que estudem.

Ao estabelecer aprendizagens essenciais para a Educação Básica, a BNCC alinha-se ao princípio de oferecer uma formação integral ao estudante, garantindo que ele desenvolva competências e habilidades essenciais para sua trajetória educacional e para sua vida como cidadão.

No contexto da Matemática, a BNCC não apenas estabelece metas de aprendizado, mas também delinea progressões de aprendizado para cada etapa educacional. Esta progressão é crucial para garantir que os alunos construam conhecimentos de maneira gradativa e sólida. Ao determinar habilidades específicas a serem alcançadas em cada etapa, a BNCC proporciona aos educadores um roteiro claro sobre o que priorizar e como sequenciar os conteúdos.

O estudo dos radicais, por exemplo, integrando os conteúdos de números e álgebra, é fundamental para a compreensão de diversos conceitos matemáticos. Ao sugerir que, no 8º ano do Ensino Fundamental, os alunos devam ser capazes de

resolver e elaborar problemas usando a relação entre potenciação e radiciação, para representar uma raiz como potência de expoente fracionário, a BNCC está propondo que os estudantes atinjam um nível de maturidade matemática que lhes permita lidar com problemas mais complexos e amplie sua capacidade analítica.

É importante salientar que, embora a BNCC defina o que ensinar, a metodologia de como ensinar fica a critério das escolas e educadores. Isso significa que o documento oferece um quadro comum de referenciais, mas respeita a autonomia e as particularidades de cada contexto educacional. Assim, professores e instituições de ensino têm a liberdade para escolher as abordagens pedagógicas que melhor se adaptam às suas realidades e às necessidades de seus alunos.

A BNCC é mais do que um mero conjunto de diretrizes para a educação brasileira; é um esforço coletivo e estratégico para garantir uma educação de qualidade, equitativa e relevante para todos os estudantes do país. A sua elaboração envolveu debates, estudos e contribuições de diversos profissionais da área, refletindo um consenso sobre o que é fundamental para a formação dos estudantes brasileiros.

Em sua essência, a BNCC busca atender às demandas do século XXI, preparando os alunos para desafios futuros em um mundo em constante transformação. A uniformização de aprendizagens essenciais não significa uma homogeneização do ensino, mas sim a garantia de que, independentemente de onde esteja localizada a escola ou de sua natureza (pública ou privada), todos os alunos tenham oportunidades similares de acesso a conhecimentos fundamentais.

Dentro da Matemática, a BNCC demonstra uma visão integrada e progressiva do aprendizado. A disciplina, ao longo da Educação Básica, é vista como uma ferramenta para o desenvolvimento do raciocínio lógico, da capacidade crítica e da resolução de problemas. Ao enfatizar a compreensão dos radicais, por exemplo, a BNCC reconhece a importância dessa área não apenas por sua aplicabilidade prática em situações cotidianas e em outras disciplinas, mas também como um meio para aprimorar o pensamento abstrato dos estudantes.

O foco no 8º ano do Ensino Fundamental na relação existente entre radiciação e potenciação é um reflexo do reconhecimento de que essas habilidades são um marco no desenvolvimento cognitivo matemático dos alunos. A meta não é apenas que eles dominem tais procedimentos, mas que compreendam os conceitos subjacentes e saibam aplicá-los em diferentes contextos.

Porém, é fundamental entender que a BNCC não é um currículo fechado. Ela

estabelece o "quê", mas o "como" permanece aberto. A riqueza está na diversidade de práticas pedagógicas que surgem em sala de aula. Cada educador, com base em sua expertise e conhecimento dos seus alunos, é incentivado a criar estratégias didáticas inovadoras, recursos e abordagens que tornem o aprendizado significativo e engajador.

Esse equilíbrio entre uma estrutura unificada e a liberdade pedagógica é o que torna a BNCC uma ferramenta tão poderosa. Ela busca garantir a equidade, promovendo ao mesmo tempo a inovação e a personalização no ensino, reconhecendo a singularidade de cada aluno e de cada comunidade escolar.

3.2.3 Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB)

O SAEB é uma avaliação externa aplicada periodicamente nas escolas brasileiras para medir o desempenho dos estudantes em diferentes áreas do conhecimento, incluindo Matemática. O SAEB avalia a compreensão e aplicação de conceitos matemáticos, incluindo os radicais, em diferentes níveis de complexidade. Identificamos um único descritor sobre radicais no SAEB, que segue abaixo: D27 – Efetuar cálculos simples com valores aproximados de radicais.

3.2.4 Exame Nacional para Certificação de Competências de Jovens e Adultos (ENCCEJA)

O ENCCEJA é uma prova aplicada para aqueles que não concluíram seus estudos na idade apropriada. O exame abrange diferentes áreas do conhecimento, incluindo Matemática. No entanto, o assunto radical não está expresso entre os descritores desta avaliação.

3.2.5 Sistema Paraense de avaliação educacional (SISPAE)

O SISPAE é um sistema de avaliação utilizado no Pará. Ele também abrange diferentes áreas do conhecimento, incluindo Matemática. Observamos uma pequena citação sobre radicais num dos descritores dos níveis de proficiência, segue abaixo o descritor: Estimar entre quais números inteiros estão compreendidos o valor de $\sqrt{150}$.

O SISPAE, reflete a preocupação regional em avaliar e mapear o nível de aprendizado dos estudantes em diversas áreas do conhecimento. Sistemas de

avaliação como este, quando bem estruturados e implementados, podem fornecer insights valiosos sobre os pontos fortes e áreas de melhoria do sistema educacional, possibilitando ajustes pedagógicos e curriculares mais informados.

Dentro desse contexto, a Matemática é uma disciplina crucial. Ela não apenas desempenha um papel fundamental no desenvolvimento do raciocínio lógico-analítico dos alunos, mas também é essencial para a compreensão e a aplicação de muitos conceitos em diversas áreas, desde as ciências exatas até disciplinas como economia e ciências sociais.

A referência aos radicais no descritor mencionado – "Estimar entre quais números inteiros estão compreendidos o valor de $\sqrt{150}$ – evidencia um aspecto específico da habilidade matemática que o SISPAE pretende avaliar. Radicais são um componente da matemática que pode ser desafiador para muitos alunos, não apenas pela sua natureza abstrata, mas também porque requerem uma boa compreensão dos números e suas propriedades.

Este descritor, em particular, avalia a habilidade do aluno em aproximar valores, uma competência muito relevante em situações práticas. No mundo real, raramente se trabalha com precisões absolutas; frequentemente, é necessário fazer estimativas. A capacidade de determinar entre quais números inteiros um radical se encontra é uma habilidade que reflete tanto a compreensão do aluno sobre os números quanto a sua capacidade de pensar de forma lógica e analítica.

Ao se deparar com $\sqrt[2]{150}$, o aluno não precisa calcular o valor exato, mas sim ter a habilidade de reconhecer que $12^2=144$ e $13^2=169$. Isso significa que $\sqrt[2]{150}$ está entre 12 e 13.

Desta forma, quando o SISPAE inclui tal descritor em sua avaliação, não está apenas testando o conhecimento do aluno sobre radicais, mas também a sua capacidade de pensar criticamente e fazer estimativas informadas, habilidades essas que são vitais não apenas para a matemática, mas para a tomada de decisões na vida diária. Além disso, ressalta a importância de fornecer aos alunos ferramentas práticas e aplicáveis, e não apenas teóricas, em seu processo educacional.

Em resumo, os radicais são vistos como um conteúdo fundamental dentro do currículo de Matemática, desempenhando um papel crucial não apenas no ensino de operações algébricas, mas também no desenvolvimento de habilidades cognitivas mais amplas, como o pensamento abstrato e a capacidade analítica. A partir dos

documentos analisados, fica claro que, apesar das variações na ênfase dada ao tema em diferentes avaliações, o ensino de radicais deve ser estruturado de forma a permitir que os alunos compreendam seus fundamentos e apliquem esses conceitos em diferentes contextos.

3.3 ASPECTOS HISTÓRICOS SOBRE RADICAIS

3.3.1 Sobre o Egito Antigo e a Babilônia

O florescer da teoria sobre radicais no Egito Antigo e na Babilônia foi uma contribuição significativa para a matemática da época e teve um impacto duradouro no desenvolvimento futuro dessa disciplina. Embora não tenhamos registros escritos completos dessas teorias, podemos obter algumas informações valiosas dos textos matemáticos que sobreviveram e das inscrições em tabuletas de argila.

No Egito Antigo, a matemática tinha uma importância prática e era usada principalmente para resolver problemas do cotidiano, como medições de terras, construção de pirâmides e obras arquitetônicas. Os egípcios desenvolveram um sistema de numeração decimal simples e possuíam conhecimentos básicos de aritmética e geometria. Segundo Contador (2006), eles não tinham um conceito abstrato de radicais, mas lidavam com problemas envolvendo raízes quadradas em seu trabalho prático.

Cajori (1928) afirma que os papiros matemáticos do Egito Antigo, como o Papiro de Rhind, o Papiro de Moscou e o Papiro Kahum, contêm exemplos de cálculos de raízes quadradas aproximadas. Eles usavam métodos de aproximação iterativa, onde uma suposição inicial era ajustada repetidamente até que uma resposta aceitável fosse obtida. Esses métodos foram aplicados a problemas práticos, como calcular a altura de uma pirâmide com base em suas dimensões.

Segundo Eves (2011), a matemática babilônica era mais avançada e sofisticada do que a do Egito Antigo. Os babilônios possuíam um sistema de numeração posicional baseado em 60, que é a origem do nosso sistema de medida de tempo em minutos e segundos. Eles tinham tabuletas de argila com inscrições detalhadas contendo problemas e soluções matemáticas.

Para Mol (2013) no que diz respeito aos radicais, a matemática babilônica estava mais focada em equações quadráticas. Os babilônios desenvolveram uma

técnica conhecida como "completar o quadrado", que envolvia transformar uma equação quadrática em uma forma equivalente de quadrado perfeito. Embora não tivessem uma notação simbólica para radicais, eles eram capazes de resolver problemas envolvendo raízes quadradas através da manipulação algébrica.

Eves (2011) explica que os textos matemáticos babilônicos, como o Tablete Plimpton 322, mostram exemplos de problemas resolvidos utilizando essas técnicas. Embora não tenhamos uma compreensão completa de como eles desenvolveram esses métodos, sabemos que os babilônios tinham um conhecimento sólido de álgebra e utilizavam uma abordagem sistemática para resolver equações.

Figura 5: Tablete Plimpton322



Fonte: SCIENCE, 2025.

Em suma, o desenvolvimento da teoria sobre radicais no Egito Antigo e na Babilônia pode ser caracterizado por uma abordagem prática e aplicada. Embora não tivessem uma compreensão abstrata dos radicais como entidades matemáticas, eles desenvolveram métodos e técnicas para lidar com problemas que envolviam raízes quadradas. Essas contribuições estabeleceram as bases para o desenvolvimento posterior da matemática e influenciaram as civilizações que se seguiram.

3.3.2 Sobre a Grécia Antiga

A evolução da teoria dos radicais na Grécia Antiga foi uma parte crucial da evolução da matemática grega e desempenhou um papel fundamental na construção do conhecimento matemático na época. Os gregos foram os primeiros a explorar os conceitos de radicais de forma mais sistemática e abstrata, desenvolvendo uma teoria matemática mais sofisticada em relação a esse tema.

Dantzig (1970) e Struik (1986) relataram que os primeiros indícios do uso de radicais na Grécia Antiga podem ser encontrados nos trabalhos de matemáticos pré-

socráticos, como Pitágoras e seus seguidores. Pitágoras e a escola pitagórica estavam interessados na natureza dos números e nas relações matemáticas, e acreditava-se que eles consideravam números irracionais, como a raiz quadrada de 2, como radicais.

No entanto, foi com o matemático grego mais conhecido, Euclides, que a teoria dos radicais foi formalizada e desenvolvida de maneira mais rigorosa. Euclides, em sua obra "Elementos", apresentou uma abordagem sistemática para o estudo dos radicais, introduzindo a noção de proporção e demonstrando propriedades fundamentais dessas quantidades e, também sobre a noção sobre as quantidades incomensuráveis, segundo Cajori (2007).

A teoria euclidiana dos radicais baseava-se na geometria e na relação entre grandezas proporcionais. Euclides estabeleceu que, para qualquer segmento de reta AB, o comprimento do segmento AC, onde C é o ponto médio de AB, está relacionado com o comprimento de AB por uma proporção. Essa proporção é equivalente à raiz quadrada de 2, que é um número irracional. Segundo Boyer (1974), essa descoberta abalou as crenças dos pitagóricos, que acreditavam que todos os números podiam ser expressos como razões de inteiros.

Segundo Eves (2011) afirmou que posteriormente, matemáticos gregos, como Arquimedes, Apolônio e Herão, avançaram na teoria dos radicais. Arquimedes, por exemplo, usou aproximações racionais para calcular a raiz quadrada de números irracionais, como o π . Apolônio explorou os conceitos de raízes cúbicas e raízes de ordem superior, enquanto Herão trabalhou na solução de equações quadráticas e cúbicas, incluindo raízes complexas.

Para o Autor a contribuição mais notável para a teoria dos radicais na Grécia Antiga foi feita por Herão, que introduziu o símbolo de raiz ($\sqrt{}$) para representar a operação de extração da raiz quadrada. O símbolo de raiz permitiu uma notação mais compacta e facilitou a expressão de quantidades radicais.

A teoria dos radicais desenvolvida na Grécia Antiga estabeleceu as bases para o estudo posterior do cálculo e da álgebra. Os matemáticos gregos não apenas avançaram no entendimento dos radicais, mas também exploraram suas propriedades, manipulação algébrica e aplicações práticas. Esses avanços foram fundamentais para o desenvolvimento da matemática na Europa e influenciaram o pensamento matemático em todo o mundo.

Em resumo, o desenvolvimento dos radicais na Grécia Antiga foi marcado por

uma abordagem mais sistemática e abstrata em relação a esses conceitos. Os matemáticos gregos, como Euclides, Arquimedes, Apolônio e Herão, exploraram as propriedades e as aplicações dos radicais, estabelecendo as bases para o estudo posterior da álgebra e do cálculo. Sua contribuição foi essencial para o progresso da matemática e influenciou significativamente o desenvolvimento dessa disciplina ao longo da história.

3.3.3 Sobre a matemática Hindu

O desenvolvimento dos radicais na matemática hindu é uma parte fascinante da história da matemática na Índia, que teve uma influência significativa no desenvolvimento da disciplina em todo o mundo. A matemática hindu, também conhecida como matemática védica, se desenvolveu ao longo de séculos e alcançou um alto nível de sofisticação, incluindo um entendimento avançado dos radicais.

Boyer (1974) afirma que a matemática hindu teve seu início nos Vedas, textos sagrados antigos que continham conhecimentos matemáticos e astronômicos. Os primeiros registros matemáticos na Índia estão presentes no Rigveda, que incluiu conceitos numéricos e operações aritméticas básicas.

No entanto, segundo Mol (2013) foi com o surgimento dos textos matemáticos mais detalhados, como o Sulba Sutras e o Shulba Sutras, que a matemática hindu começou a se desenvolver de maneira mais sistemática. Esses textos eram parte dos textos Kalpa Vedanga, que tratavam principalmente de geometria e estabeleciam métodos para construção de altares para rituais religiosos.

Para o Autor a matemática hindu alcançou um marco importante com o trabalho de Aryabhata, que viveu por volta do século V d.C. Em seu livro "Aryabhatiya", ele introduziu o conceito de "Bija" (raiz) e forneceu métodos para extrair raízes quadradas. Ele também apresentou uma tabela de raízes quadradas aproximadas para números inteiros de 1 a 100.

Cajori (1928) explica que no século VII, Brahmagupta expandiu ainda mais o conhecimento matemático hindu em seu livro "Brahmasphutasiddhanta". Ele generalizou a teoria das raízes quadradas e introduziu o conceito de "Kutakara" (resíduo), que era usado para simplificar a extração de raízes quadradas e cúbicas.

No entanto, segundo Contador (2006), o desenvolvimento mais notável ocorreu com o matemático Bhaskara II, no século XII, em seu trabalho "Lilavati" e "Bijaganita".

Ele aprimorou as técnicas de extração de raízes e introduziu o conceito de "Vyasti" (raiz individual) e "Samashti" (raiz coletiva), que eram utilizados para representar raízes de equações quadráticas.

Infere-se, o desenvolvimento dos radicais na matemática hindu foi um avanço significativo na compreensão e manipulação de quantidades radicais. Os matemáticos hindus, como Aryabhata, Brahmagupta e Bhaskara II, introduziram métodos avançados para a extração de raízes e desenvolveram uma notação eficiente para representar e trabalhar com radicais. Seu trabalho influenciou grandemente o desenvolvimento subsequente da matemática em todo o mundo.

3.3.4 Sobre a matemática árabe

O estudo sobre os radicais na matemática árabe é uma parte importante da história da matemática islâmica, que teve um impacto significativo no desenvolvimento da disciplina. A matemática árabe floresceu durante a Idade de Ouro Islâmica, que ocorreu entre os séculos VIII e XIV, e foi caracterizada por um notável progresso no campo da álgebra e dos radicais.

Boyer (1974) afirma que a matemática árabe teve suas raízes nas tradições matemáticas babilônicas, gregas, indianas e persas, que foram assimiladas e desenvolvidas pelos matemáticos islâmicos. Durante esse período, grandes estudiosos, como Al-Khwarizmi, Al-Kindi, Al-Karaji, Al-Kashi, entre outros, fizeram contribuições significativas para o estudo dos radicais e da álgebra.

Segundo o Autor, um marco importante na matemática árabe foi a tradução e preservação das obras matemáticas gregas, indianas e persas. Os matemáticos árabes traduziram e estudaram obras como os Elementos de Euclides, o Aryabhatiya de Aryabhata e os trabalhos de Brahmagupta. Essas obras influenciaram profundamente o desenvolvimento dos radicais e da álgebra na matemática árabe.

Para Lopes (2015), um dos matemáticos árabes mais proeminentes foi Al-Khwarizmi, conhecido como o "Pai da Álgebra". Em seu livro "Al-Kitab al-mukhtasar fi hisab al-jabr wa'l-muqabala" (O Livro Compendiado sobre Cálculo por Conclusão e Comparação), Al-Khwarizmi apresentou métodos sistemáticos para resolver equações lineares e quadráticas. Ele também introduziu o conceito de "al-jabr", que se refere à operação de completar uma quantidade desconhecida para obter uma equação balanceada.

Segundo Cajori (1928), Al-Karaji, outro matemático árabe notável, contribuiu para o desenvolvimento dos radicais com seu trabalho "Al-Fakhri". Ele introduziu o conceito de "kamal" (perfeição) e descreveu propriedades das raízes quadradas e cúbicas. Al-Karaji também propôs métodos para simplificar a extração de raízes quadradas e cúbicas.

O autor explica que Al-Kashi, por sua vez, trabalhou na simplificação de expressões radicais. Em sua obra "Miftah al-Hisab" (A Chave da Aritmética), ele apresentou métodos para simplificar e racionalizar expressões envolvendo radicais. Al-Kashi também estabeleceu uma aproximação decimal precisa para a raiz quadrada de 10.

Além disso, os matemáticos árabes fizeram contribuições significativas para a notação matemática. Eles introduziram o uso de símbolos para representar operações matemáticas, incluindo a notação de radicais. A notação de raiz usada atualmente, com o símbolo de raiz ($\sqrt{}$) e o índice no topo, foi influenciada pela notação árabe.

Em resumo, o desenvolvimento dos radicais na matemática árabe foi marcado por uma abordagem sistemática e um notável progresso na álgebra. Os matemáticos árabes assimilaram e desenvolveram conhecimentos matemáticos de diversas culturas, incluindo a Grécia, a Índia e a Pérsia. Suas contribuições na resolução de equações, simplificação de expressões radicais e notação matemática foram fundamentais para o avanço da matemática na Idade de Ouro Islâmica e influenciaram o desenvolvimento subsequente dessa disciplina.

3.3.5 Sobre a matemática chinesa

Segundo Cajori (2007), a matemática chinesa começou a se desenvolver durante a dinastia Shang (1600-1046 a.C.), com um foco inicial na contagem e no uso de varas de cálculo. No entanto, o desenvolvimento dos radicais ocorreu principalmente durante a dinastia Zhou (1046-256 a.C.) e a dinastia Han (206 a.C. - 220 d.C.), com a introdução dos Nove Capítulos da Arte Matemática (Jiuzhang Suanshu).

O autor explicou que os Nove Capítulos da Arte Matemática são uma coleção de problemas matemáticos que abrangem vários tópicos, incluindo radicais. Esses problemas foram resolvidos usando uma combinação de métodos aritméticos e geométricos, demonstrando uma abordagem prática e aplicada da matemática.

Boyer (1974) afirmou que no contexto dos radicais, a matemática chinesa desenvolveu um sistema de notação bastante singular. Em vez de usar a notação simbólica de raiz usada em outras culturas, os chineses usavam uma notação baseada em partes, conhecida como "chuángyán" (窗眼) ou "olho da janela". Nesse sistema, os radicais eram escritos em uma forma gráfica que representava uma parte do caractere, fornecendo uma indicação visual de sua semântica e som.

O autor explicou que os matemáticos chineses também desenvolveram técnicas para lidar com raízes quadradas e cúbicas. No trabalho "Shushu Jiuzhang" (Comentários sobre o Nove Capítulos de Matemática), atribuído a Qin Jiushao, foi apresentado um método aproximado para calcular raízes quadradas. O método envolvia uma iteração recursiva que fornecia aproximações cada vez melhores para a raiz quadrada de um número.

Para Contador (2006), outro desenvolvimento significativo na matemática chinesa relacionada aos radicais foi o estudo do Teorema de Gougu (Teorema de Pitágoras). Embora o teorema de Pitágoras seja conhecido por ter sido desenvolvido na Grécia Antiga, registros chineses antigos mostram que o teorema era conhecido e usado na matemática chinesa há muito tempo.

Em suma, o desenvolvimento dos radicais na matemática chinesa foi caracterizado por uma abordagem prática, uma notação peculiar baseada em partes e a aplicação de técnicas aproximadas para cálculos de raízes. A matemática chinesa contribuiu para o desenvolvimento global da disciplina, demonstrando a riqueza e a diversidade dos conhecimentos matemáticos ao longo da história.

3.3.6 Sobre a matemática Europeia

O conceito de radicais na matemática europeia passou por diferentes fases ao longo dos séculos, refletindo a evolução do pensamento matemático e as influências culturais e intelectuais da época. A história dos radicais na matemática europeia pode ser dividida em várias etapas distintas.

Para Mol (2013), a antiguidade e Idade Média: Durante a Antiguidade e a Idade Média, a matemática europeia foi amplamente influenciada pela matemática grega e árabe. Os matemáticos europeus se basearam nas obras de Euclides, Arquimedes e outros matemáticos gregos, assim como nas traduções árabes de textos matemáticos.

O autor explicou que nesse período, o foco principal estava na geometria e na

álgebra. Embora os matemáticos europeus conhecessem os conceitos de raízes e radicais, a manipulação algébrica dessas quantidades era limitada. A álgebra na época era dominada principalmente por expressões polinomiais e soluções numéricas de equações.

Durante o Renascimento, houve uma redescoberta e uma valorização do conhecimento grego clássico. As obras de matemáticos como Euclides e Arquimedes foram estudadas com renovado interesse, levando a avanços na teoria dos radicais.

Segundo Eves (2011), um marco importante nesse período foi a introdução da notação simbólica moderna. O matemático alemão Christoph Rudolff, em sua obra "Die Coss", publicada em 1525, utilizou pela primeira vez o símbolo de raiz ($\sqrt{}$) para representar a operação de extração da raiz quadrada. Esse símbolo se tornou amplamente adotado posteriormente.

Além disso, o autor explicou que os matemáticos como François Viète e Rafael Bombelli começaram a trabalhar com radicais de forma mais sistemática. Viète, em seu trabalho "In Artem Analyticem Isagoge" (1591), investigou a teoria das equações, introduzindo o conceito de raízes múltiplas. Bombelli, em seu livro "L'Algebra" (1572), explorou as propriedades das raízes cúbicas e resolveu equações cúbicas complexas.

Cajori (1928) afirmou que nos Séculos XVII e XVIII: Nos séculos XVII e XVIII, a matemática europeia passou por uma grande transformação com o advento do cálculo diferencial e integral. Embora os radicais não fossem o foco principal desses desenvolvimentos, a manipulação de expressões contendo radicais tornou-se uma parte integrante das técnicas do cálculo.

O autor explicou que os Matemáticos como Isaac Newton e Gottfried Wilhelm Leibniz desenvolveram métodos e técnicas para lidar com funções envolvendo radicais. O cálculo permitiu a análise de taxas de variação e proporcionou uma maneira mais poderosa de lidar com problemas que envolviam quantidades radicais.

De acordo com Boyer (1974), no século XIX, o campo da álgebra abstrata se desenvolveu e os radicais foram estudados dentro desse contexto. O conceito de extensões de corpos e raízes de polinômios mais gerais foram investigados por matemáticos como Évariste Galois e Emil Artin. Esses desenvolvimentos foram fundamentais para a compreensão dos radicais e das equações polinomiais.

Posteriormente, o autor analisou que no século XX, a teoria dos radicais se expandiu ainda mais com o desenvolvimento da álgebra moderna e da teoria dos anéis e corpos. A teoria dos radicais de um anel ou corpo é uma área importante da

álgebra moderna que estuda a estrutura das raízes de polinômios e sua relação com as propriedades do anel ou corpo.

Em resumo, o desenvolvimento dos radicais na matemática europeia passou por diferentes fases ao longo da história. Desde os primeiros estudos gregos até os avanços modernos em álgebra abstrata, a compreensão e a manipulação de radicais se expandiram e se aprofundaram, acompanhando o desenvolvimento geral da matemática.

3.4 ESTUDOS ANTERIORES DE RADICAIS

Para a concretização desta revisão de estudos, foi realizada uma busca no catálogo de teses e dissertações da Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e na Biblioteca Digital Brasileira de teses e Dissertações (BDTD), que agrega trabalhos dos principais repositórios de instituições de ensino superior brasileiras. Os critérios de temporalidade para seleção dos utilizados foram pesquisas produzidas a partir do ano de 2007 a 2021, em língua portuguesa. Utilizou-se os termos “radicais”, “radiciação” e “potenciação” como palavras-chave, resultando em 36 trabalhos. Após análise, foram selecionados 20 (vinte) trabalhos entre dissertações e teses analisadas nessa revisão de estudo.

Esses trabalhos foram escolhidos por apresentarem maior densidade teórica, clareza metodológica e relevância educacional, além de contemplarem diferentes perspectivas investigativas — teórica, diagnóstica, experimental e documental. Tal recorte possibilitou a constituição de uma revisão de estudos robusta e equilibrada, capaz de evidenciar tendências, lacunas e contribuições significativas para o ensino de radicais, fundamentando de maneira consistente a razão de ser da presente dissertação.

O quadro 1 abaixo apresenta os trabalhos sistematizados da seguinte forma: 5 (cinco) de caráter teórico, 5 (cinco) de caráter diagnóstico, 5 (cinco) de caráter experimental e 5 (cinco) de caráter documental. Tais categorias estão expostas a seguir:

Quadro 2: Trabalhos sistematizados por categorias

TRABALHOS TEÓRICOS	RESULTADOS
Holgado (2016);	Nesses estudos foram apresentados conceitos e/ou ideias

Franceschini (2020); Costa (2020); Pilatti (2021); Hennemann (2021).	sobre resolução de problemas envolvendo formas diferentes de trabalhar as operações matemáticas. Esses estudos também destacam a importância da história da matemática como um recurso para o ensino.
TRABALHOS DIAGNÓSTICOS	RESULTADOS
Silva (2006); Feltres (2007); Araújo (2019); Melo (2020); Menezes (2014)	Os resultados desses estudos mostraram que diferentes estratégias foram utilizadas, a fim de resolver os problemas e, ainda, foi possível identificar que professor e aluno assumiram novos papéis, tornando a aula de Matemática algo novo.
TRABALHOS EXPERIMENTAIS	RESULTADOS
Melo (2008); Lopes (2015); Costa Júnior (2019); Ribeiro (2021); Valle (2023);	Os resultados desse estudo apontaram que uma metodologia potencialmente rica possibilitou a retomada dos conteúdos anteriores aplicados aos problemas geradores, mostrando a importância da Resolução de Problemas como estratégia didática.
TRABALHOS DOCUMENTAIS	RESULTADOS
Almeida (2014); Cardoso (2016); Santos (2019); Lima (2021); Majoni Neto (2021);	Esses estudos analisaram documentos e conceitos onde não foram encontrados erros nas definições ou demonstrações, e segundo os autores, a prática em sala de aula utilizou-se com muita frequência as atividades numéricas e com raízes e coeficientes racionais que facilitaram o entendimento dos alunos.

Fonte: Elaboração do autor (2025).

Isto posto, o quadro 3 a seguir apresenta uma síntese dos 20 (vinte) trabalhos que foram selecionados para serem analisados nessa revisão de estudos, de acordo com as categorias mencionadas.

Nas seções seguintes serão expostos os resumos dos trabalhos revisados, retomando a definição de cada categoria, autor(ano), título (natureza) e instituição.

Quadro 3: Síntese dos estudos revisados

CATEGORIA	AUTOR (ANO)	TÍTULO NATUREZA	INSTITUIÇÃO
Teóricos	Holgado (2016)	Da solubilidade por meio de radicais à métodos alternativos – determinando as raízes polinomiais Dissertação	Universidade Federal de Goiás, Catalão.

	Franceschini (2020)	Potenciação e radiciação de números complexos: uma abordagem geométrica Dissertação	Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – Campus de Três lagoas
	Costa (2020)	A existência de fórmulas por radicais para resolução das equações algébrica Dissertação	Universidade Federal de Mato Grosso
	Pilatti (2021)	Discutindo os conceitos de multiplicação e exponencial Dissertação	Universidade Tecnológica Federal do Paraná
	Hennemann (2021)	Equações polinomiais de até quarto grau: o limite das soluções gerais por radicais Dissertação	Universidade Federal de Santa Maria

Diagnósticos	Silva (2006)	Dificuldades de alunos do ensino médio em questões de matemática do ensino fundamental	Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul -PUCRS Faculdade de Física Mestrado em Educação em Ciências e Matemática Dissertação
	Feltes (2007)	Análise de erros em potenciação e radiciação: um estudo com alunos de ensino fundamental e médio	Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul - PUCRS Faculdade de Física Mestrado em Educação em Ciências e Matemática
	Menezes (2014)	A contribuição dos jogos para a aprendizagem da potenciação e radiciação do 9º ano: Uma proposta de ensino	Universidade Federal do Vale do São Francisco
	Araújo (2019)	Ensino de radiciação com o uso do Geogebra.	Faculdade de Física Mestrado em Educação em Ciências e Matemática Dissertação
	Melo (2020)	A resolução de problemas: uma metodologia ativa no ensino de Matemática para a construção dos conteúdos de “potenciação E radiciação” com alunos do ensino fundamental	Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Experimental	Melo (2008)	O ensino de potências e raízes com auxílio da calculadora: uma experiência investigativa em sala de aula	Pontifícia Universidade Católica de São Paulo – PUC/SP Dissertação
	Lopes (2015)	O ensino de radicais por Atividades	Universidade do Estado do Pará Programa de Pós-Graduação em Educação Dissertação
	Costa Júnior (2019)	Raízes de números complexos: uma sequência didática	Universidade Estadual de Feira de Santana Departamento de Ciências Exatas Dissertação
	Ribeiro (2021)	Autismo e o ensino de potenciação e radiciação: um estudo a partir da resolução de problemas	Universidade Federal do Tocantins

	Valle (2023)	Jogo das Raízes: Uma ferramenta no auxílio do ensino da matemática	Universidade Federal de Juiz de Fora Instituto de Ciências Exatas Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional Dissertação
Documental	Almeida (2014)	Equações polinomiais: as fórmulas clássicas e a resolubilidade por meio de radicais.	Universidade Tecnológica Federal do Paraná Campus Curitiba
	Cardoso (2016)	Solução por radicais de certas equações polinomiais de grau ímpar e método de newton	Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul -Campus de Três Lagoas Dissertação
	Santos (2019)	Solução de equações polinomiais Por meio de radicais	Universidade Federal de Sergipe Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa Programa de Mestrado Profissional em Matemática
	Majoni Neto (2021)	Um estudo sobre raízes de equações No ensino básico: aplicando teorias Numéricas através de planilhas Eletrônicas	Universidade Federal do Espírito Santo – UFES Departamento de Matemática Dissertação
	Lima (2021)	Resolução de equações por radicais: um apanhado histórico e alguns métodos complementares	Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Fonte: Elaboração do autor (2025).

3.4.1 Estudos Teóricos

Nesta seção será descrito os resultados dos trabalhos revisados, considerando as seguintes categorias: objetivo, metodologia, resultados, técnica de análise e conclusões/sugestões de cada estudo.

Os estudos teóricos são os trabalhos que apresentaram conceitos e classificações de problemas do campo conceitual relacionados aos radicais, como será visto a seguir.

As pesquisas de Holgado (2016) tiveram como objetivo explorar a resolução de

equações polinomiais de grau $n \leq 4$ utilizando operações com radicais, além de investigar métodos alternativos para encontrar soluções dessas equações de maneira não algébrica. O autor buscou resgatar a história da matemática e dar crédito aos matemáticos que contribuíram significativamente para o desenvolvimento de métodos de resolução dessas equações. A dissertação apresenta uma abordagem teórica, centrando-se na revisão da literatura existente sobre a história e os métodos de resolução de equações algébricas. O autor discute a evolução dos métodos desde os matemáticos antigos até os contemporâneos, fornecendo demonstrações detalhadas e exemplos das técnicas usadas para resolver equações polinomiais.

Os resultados mostram uma análise aprofundada das soluções de equações algébricas por meio de radicais, além de métodos geométricos e numéricos. O estudo inclui:

1. **História e Contribuições:** Uma revisão histórica das contribuições de matemáticos como Bhaskara, Cardano, Ferrari, Abel e Galois, destacando suas descobertas e métodos.
2. **Demonstrações Matemáticas:** Detalhadas demonstrações matemáticas das soluções de equações do 2º, 3º e 4º graus, utilizando operações com radicais.
3. **Métodos Alternativos:** Discussão de métodos alternativos, incluindo abordagens geométricas e numéricas, para resolver equações polinomiais.

Holgado (2016) concluiu que o trabalho dele contemplou a solubilidade por meio de radicais e outros métodos por entender que este método algébrico, na formação do estudante, incide sobre o mundo, uma leitura matemática das situações presentes em que estas podem ser modeladas e resolvidas através de manipulações com operações algébricas ou por outros mecanismos que também possibilitem esta resolução.

Franceschini (2020) desenvolveu um estudo sobre a abordagem geométrica da potenciação e radiciação de números complexos. O trabalho objetivou apresentar o conjunto dos números complexos como uma expansão natural dos conjuntos numéricos anteriormente estudados pelo aluno no decorrer do ensino básico, além de apresentar uma abordagem intuitiva da potenciação e radiciação de números complexos através da demonstração e aplicação das duas fórmulas de De Moivre. O autor estabeleceu como metodologia uma revisão bibliográfica sistemática e utilizou como técnica uma abordagem geométrica com o uso do software Geogebra, explorando as operações com números complexos com o intuito de dar um significado

para o aluno do conteúdo estudado.

Segundo o autor, os resultados obtidos a partir do trabalho com o software Geogebra deveriam ampliar a visão do aluno e proporcionar um significado a respeito das interpretações geométricas das operações com números complexos e, em especial, a potenciação e radiciação. Também visou atingir uma abordagem mais simplificada, a fim de facilitar a compreensão das operações com números complexos através da exploração de seus aspectos geométrico e que, de alguma forma, podia contribuir para o ensino básico dos alunos. O autor concluiu que foi possível a partir da apresentação de demonstrações de algumas propriedades da teoria dos números complexos aguçar o interesse do aluno pelo raciocínio matemático demonstrativo.

Costa (2020) fez uma pesquisa sobre o surgimento das equações algébricas e a dedução de fórmulas por radicais para resolver equações de segundo, terceiro e quarto graus, além de como seguiu o estudo das equações à Álgebra Moderna. O objetivo deste estudo foi compreender a inexistência de uma fórmula por radicais para a resolução das equações de grau 5 ou superior, expondo em linguagem simples a maneira de resolver equações. A metodologia estabelecida pelo autor foi de uma revisão bibliográfica. Segundo o autor, os resultados obtidos se convergem na esperança de que o enfoque deste estudo irá despertar a curiosidade do leitor interessado, o incentivando a um aprofundamento do tema, apesar de ser uma abordagem superficial.

Pilatti (2021) trouxe em seus estudos alguns meios de como a multiplicação e as equações exponenciais foram apresentadas e quais as definições mais adequadas. O trabalho objetivou mostrar que é possível visualizar tanto a multiplicação quanto a exponencial de uma forma alternativa, que não se baseou simplesmente na ideia de que seriam apenas repetições de operações mais simples (soma, no caso da primeira e produto, para a segunda).

O autor estabeleceu como metodologia uma revisão bibliográfica sistemática e utilizou uma técnica por meio da compilação dos fundamentos matemáticos que foram essenciais para o aprofundamento da discussão do tema para desenvolver sua pesquisa. Para Pilatti (2021), os resultados mostraram que foi possível ampliar a visão em relação a uma determinada operação, amadurecendo a ideia de que a matemática era uma ciência, então em muitas vezes ela se mostrou essencialmente em sua forma abstrata, daí a importância de uma formação adequada ao profissional, com um conhecimento muito além daquilo que é repassado aos alunos, para que faça este tipo

de filtragem e seleção da forma como foi construída uma informação matemática em relação ao público em questão e o respeito à formalidade dos conceitos matemáticos.

O autor concluiu que a potência não é somente uma multiplicação repetida, que este é apenas um caso particular quando se restringe esta potência ao conjunto dos números naturais e que talvez a forma como está sendo colocada no Ensino Básico se mostra como a mais adequada para o momento.

Os estudos de Hennemann (2021) trouxeram como pauta a discussão de técnicas de soluções de equações polinomiais de até quarto grau, concentraram-se nas resoluções destas sentenças por meio de radicais. O objetivo foi de analisar as principais técnicas que conduziram à solução de equações polinomiais por meio de radicais, além de investigar as limitações que alguns métodos possuíam - por várias circunstâncias - e que foram marcos importantes para a produção e revisão de parte desta literatura matemática, incluíram-se uma modesta abordagem à história e teoria de Galois.

A metodologia utilizada pelo autor foi por meio da exploração de um aporte teórico sobre polinômios e números complexos, capazes de promoverem a compreensão dessas técnicas empregadas ao longo da história como as Relações de Girard, a Fórmula Resolutiva de uma Equação do Segundo Grau e os métodos de: Viète, Cardano e Ferrari. Os resultados deste estudo trouxeram a solução das equações polinomiais de até quarto grau de modo geral, e alguns casos pontuais em relação as equações com grau maior do que quatro.

Os autores defenderam que a matemática, por muitas vezes, é ensinada de forma mecanizada não se desenvolvendo a construção de uma ideia para se chegar à resolução de um problema. Esse fato fez com que o aluno perca o interesse pelo raciocínio matemático que, partindo do que já foi conhecido, é possível tentar chegar à construção de um novo conhecimento. Os autores sugeriram que sejam pensadas maneiras de mostrar as operações de forma mais lúdica, como uma ação (esticar ou comprimir, com uso de escalas) que se aproximou mais da formalidade matemática em relação à multiplicação, também há de se considerar o contexto estudantil em que ela foi apresentada.

Além disso, a conclusão do estudo resultou numa proposta de continuidade desse trabalho, uma abordagem mais enfática à teoria de Galois aplicada a solubilidade por radicais de equações polinomiais. Tal como, o tratamento das soluções por uma trajetória numérica, das equações. E, ou ainda, uma proposta de

uma atividade de ensino envolvendo o tema.

3.4.2 Estudos Diagnósticos

Os estudos diagnósticos foram os trabalhos que tem como objetivo verificar os conhecimentos prévios dos sujeitos em relação a um determinado conteúdo e/ou de habilidades requeridas, verificando a presença ou ausência de conhecimentos prévios e habilidades que devem ter sido adquiridas anteriormente, de pré-requisitos para novos aprendizados, além de detectar as dificuldades e identificar suas causas.

Silva (2006) trouxe em seus estudos o objetivo geral de levantar os erros em questões de Matemática e tentou identificar causas que levam o aluno a cometer esses erros. A amostra investigada foi composta de 150 alunos selecionados aleatoriamente contemplando estudantes de ambos os sexos. A composição do estudo incluiu ainda estudantes dos três turnos envolvendo também escolas da capital e do interior. Com o embasamento teórico e a coleta de dados, foram feitas as análises qualitativa e quantitativa. De posse dos resultados, foi elaborado um texto descritivo e interpretativo.

Os estudos de Feltes (2007) tiveram como objetivo analisar erros cometidos por alunos do Ensino Fundamental e Médio ao resolverem testes sobre potenciação, radiciação e equações exponenciais. A investigação foi desenvolvida em sétimas e oitavas séries do Ensino Fundamental e primeiro ano do Ensino Médio, de escolas públicas e particulares. Em sua metodologia, foram analisadas as respostas aos testes, aplicados a 239 alunos do Ensino Fundamental e 193 do Ensino Médio, sendo os erros classificados em 17 categorias. Pelo número de ocorrências em cada classe, bem como pela análise qualitativa das respostas, foi possível concluir que as maiores dificuldades estavam relacionadas a operações numéricas e às propriedades da potenciação.

Segundo o autor, era de se esperar que os alunos do Ensino Médio já tivessem superado dificuldades com as operações e propriedades dos conjuntos numéricos; no entanto, os erros mais frequentes, das classes C e E, tiveram percentagem mais elevada nas respostas dos estudantes do Ensino Médio. Assim, viu-se que esses alunos, apesar de terem concluído o Ensino Fundamental, ainda levavam essas dificuldades, especialmente as relacionadas com bases ou expoentes negativos. Este fato fazia com que eles não conseguissem, muitas vezes, resolver equações

exponenciais, não só por desconhecerem as estratégias de resolução, mas especialmente por não dominarem as operações e propriedades.

Feltes (2007) concluiu que, para tentar remediar os erros, poder ia-se promover encontros através de oficinas com os professores de Matemática, especificamente envolvendo cada nível de ensino e diferentes séries, pois um mesmo erro poderia assumir diferentes causas. Assim, alguns erros assumiam um pensamento intuitivo que se generalizava equivocadamente, outros se explicavam através dos métodos a que os alunos estavam sujeitos e à falta de conhecimentos teóricos.

Menezes (2014) dedicou-se a realizar uma pesquisa diagnóstica sobre Potenciação e radiciação utilizando jogos para alunos do 9º ano do ensino fundamental. O objetivo da pesquisa foi diagnosticar se a utilização de jogos matemáticos auxilia a aprendizagem desses conceitos. A metodologia envolveu uma proposta interventiva com aplicação de questionários a priori e a posteriori, focando na aplicação de 11 jogos. A análise geral dos resultados da pesquisa nos aponta para os seguintes pontos:

1. Percepção dos Alunos sobre Matemática:

- A maioria dos alunos (73%) consegue identificar conteúdos matemáticos em situações cotidianas.
- Os resultados mostram que, embora 62% dos alunos reconheçam a importância da matemática, muitos enfrentam dificuldades significativas na aprendizagem, sendo a indisciplina e a falta de compreensão das explicações os principais obstáculos.

2. Impacto dos Jogos na Aprendizagem:

- A utilização de jogos foi percebida como uma alternativa prazerosa e desafiadora para o ensino da matemática.
- Observou-se um aumento na motivação e no engajamento dos alunos durante as aulas. Muitos alunos que anteriormente não participavam passaram a se envolver ativamente nas atividades propostas.
- Os alunos relataram que os jogos ajudaram a compreender melhor os conceitos de potenciação e radiciação, facilitando a resolução de problemas matemáticos complexos.

3. Resultados dos Questionários:

- A aplicação dos questionários revelou que 69% dos alunos acreditam que os jogos contribuíram para a melhoria de suas notas em matemática.
- No questionário a posteriori, 62% dos alunos afirmaram que a aprendizagem se tornou mais significativa com a utilização de jogos, destacando a diversão como um fator positivo.

4. Desafios e Aspectos Negativos:

- Apesar dos resultados positivos, alguns aspectos negativos foram apontados, como o barulho durante os jogos e o tempo maior consumido em relação às aulas tradicionais.
- A necessidade de intervenção do professor foi constante para mediar conflitos e manter a disciplina durante as atividades lúdica.

O autor conclui que o uso de jogos e atividades lúdicas, quando bem planejados e orientados, tornou o processo de ensino-aprendizagem mais prazeroso, desafiador e atrativo. A pesquisa destacou a necessidade de investimentos na disseminação da metodologia de jogos para a construção do saber matemático em diferentes níveis escolares, contribuindo para aulas mais dinâmicas e participativas.

Araújo (2019) desenvolveu seus estudos a partir de uma pesquisa onde mostrou muitos erros que os alunos cometem no ensino fundamental e médio, no que diz respeito à radiciação, suas propriedades e operações, um conteúdo de fácil compreensão, mas que a maioria dos alunos não consegue entender. Tal pesquisa foi realizada em uma escola pública municipal, localizada no distrito de Vila Bela Vista, zona rural da cidade de Dom Eliseu, no estado do Pará, sendo sujeitos desta pesquisa 18 alunos (que foram divididos em quatro grupos) do 9º ano do ensino fundamental.

O objetivo desta pesquisa é identificar indícios de potencialidades de uma sequência didática para o ensino de radiciação, com o uso do Geogebra. A metodologia de investigação adotada foi a Engenharia Didática, a qual consiste nas seguintes fases: Análises prévias, concepção e análise *a priori*, experimentação e análise *a posteriori* e validação.

Os resultados da pesquisa apontam que a aprendizagem dos alunos/participantes foi gradativa e que os sujeitos tiveram mudanças de atitudes em relação ao comportamento, ao interesse, pois se sentiram motivados, desafiados e envolvidos com o objeto de estudo, assim concluímos que a aprendizagem dos sujeitos foi potencializada com a proposta, pois os mesmos demonstraram nos registros escritos a compreensão do objeto matemático em pelo menos dois registros

de representação, ou seja, em duas linguagens diferentes, que de acordo com Duval (2012), é necessário para que aconteça a aprendizagem. Percebe-se também que o uso das tecnologias nos processos de ensino e aprendizagem da matemática é um dos meios para desenvolver habilidades, capacidades e autonomia dos alunos, pois sua utilização propicia que eles pensem, reflitam e criem possibilidades de soluções de problemas.

Os estudos de Melo (2020) trataram sobre o ensino de potenciação e radiciação através da resolução de problemas, por meio de uma pesquisa realizada com alunos dos anos finais do Ensino Fundamental de um colégio particular do norte paranaense, para a construção dos conceitos de potenciação e radiciação. O objetivo deste estudo foi utilizar a Metodologia de Ensino-Aprendizagem-Avaliação de Matemática através da Resolução de Problemas de modo a promover uma aprendizagem ativa, proporcionando ao aluno a oportunidade de ser construtor do próprio conhecimento.

A metodologia de investigação utilizada foi a modalidade de pesquisa pedagógica por meio de uma coleta de dados a partir de entrevistas, análise documental e observação participante. Os resultados mostraram que, com base no desenvolvimento das atividades, foi possível inferir que diferentes estratégias foram utilizadas, também houve uma busca por conhecimentos prévios a fim de resolver os problemas e, ainda, foi possível identificar que professor e aluno assumiram novos papéis e, consubstancialmente, a aula de Matemática se tornou nova.

Nesse viés, os autores defendem que ensinar e aprender se tornam processos fascinantes e interessantes quando são convertidos em momentos de compartilhamento de experiências, questionamentos, criação, reflexão e busca por construção de conhecimento. A sala de aula pode ser um espaço privilegiado de criação e recriação, onde professores e estudantes aprendam a partilhar ideias, pois o importante deve ser estimular a criatividade de cada um, perceber que todos podem evoluir, conseguir assumir riscos e aprender com os colegas.

O autor concluiu que este trabalho se mostrou como uma possibilidade para o ensino de potenciação e radiciação, a fim de contribuir para a construção do conhecimento dos alunos de forma ativa e para o aprimoramento profissional de outros professores.

3.4.3 Estudos Experimentais

Os estudos experimentais são os trabalhos que, por meio de empiria, propuseram uma intervenção, realizando atividades de ensino em sala de aula, voltadas à resolução de problemas, e que apresentaram os resultados alcançados.

Melo (2008) abordou em seus estudos a tecnologia de informação como algo cada vez mais presente em nosso meio, mas muitas vezes, em nossas escolas, foi deixada de lado. Assim, seu trabalho buscou, com o uso da calculadora, proporcionar um ensino dinâmico e investigativo por meio da reflexão e da elaboração de conjecturas. Para isso, desenvolveu atividades em uma sala de aula do Ensino Médio da rede pública de ensino do Estado de São Paulo e demonstrou ser possível uma nova forma de tratar conteúdos matemáticos.

Como metodologia, a análise do autor foi dividida em quatro eixos: manuseio da calculadora, erros cometidos, atitude investigativa e dinâmica da sala de aula. Em relação ao eixo do manuseio da calculadora, analisaram-se as dificuldades e as facilidades encontradas com sua utilização em sala de aula, oferecendo aos professores um material de estudo, caso queiram inserir novas tecnologias em suas aulas, com uma abordagem investigativa. No caso do eixo de análise dos erros cometidos buscou-se analisar as dificuldades encontradas em relação aos conteúdos de potências e raízes, tentando justificar os erros encontrados, assim como propor meios que possam solucionar algumas dessas dificuldades. Analisou-se também a quantidade de erros dos alunos em cada atividade. O eixo da atitude investigativa em sala de aula, um dos pontos de maior importância neste trabalho, pretendia fazer dos alunos cidadãos reflexivos e atuantes no processo de aprendizagem. O processo acompanhou a evolução dessa prática reflexiva, a partir da análise das dificuldades iniciais. O eixo da dinâmica da sala de aula teve análise centralizada no papel do professor como mediador em aulas investigativas.

Os resultados apontaram que, na turma citada na pesquisa, o autor teve a oportunidade de lecionar no ano seguinte à aplicação dessas atividades e ele pôde perceber, diferentemente de outras salas de aula, uma mudança na relação entre professor e aluno, assim como no desenvolvimento da aprendizagem: a relação foi mais próxima, com um sentimento de maior colaboração e, em relação à aprendizagem, muitas vezes os alunos conseguiram desenvolver certos temas sem a ajuda da validação do professor.

Contudo, após Melo (2008) refletir muito a respeito da alteração de nosso papel de professor, ao tratar estas atividades investigativamente, ele concluiu que a aula investigativa podia aprimorar a aprendizagem em sala de aula em um curto espaço de tempo. Entretanto, o autor notou que uma mudança pontual da rotina de aula a que o professor normalmente estava acostumado não foi suficiente para se tornar comum em outras aulas.

Lopes (2015) trouxe nos estudos dela que a partir de uma pesquisa que teve o objetivo de investigar os efeitos da aplicação de uma sequência didática para o ensino de radicais por meio de atividades. Para isso, a metodologia de investigação adotada foi a Engenharia Didática, a qual consistiu nas seguintes fases: Análises Prévias, Concepção e Análise *a priori*, Experimentação e Análise *a posteriori* e validação. Nas Análises Prévias foram apresentadas algumas considerações históricas sobre radicais; uma revisão de estudos sobre o processo de ensino-aprendizagem de radicais; resultados de uma pesquisa por questionário para investigar as experiências no processo de ensino-aprendizagem de radicais de professores de matemática e alunos egressos do 9º do Ensino Fundamental. Na Concepção e Análise *a priori*, foram apresentadas atividades que constituíram uma sequência didática para o ensino de radicais, elaboradas segundo o Ensino de Matemática por Atividades, que pressupunha a construção do conhecimento pelo aluno. A experimentação teve como locus uma escola pública estadual no município de Belém do Pará, com trinta e seis alunos do 9º ano do Ensino Fundamental.

Como resultados, Lopes (2015) apontou como efeitos da aplicação da sequência didática: 1) desempenho satisfatório dos alunos na resolução de questões que envolvem radicais; 2) pouca interferência de variáveis socioeconômicas no desempenho dos alunos; 3) alunos que elaboraram regras válidas para o cálculo de radicais alcançaram melhores desempenhos; 4) o alunos se tornaram mais ágeis e o tempo de aplicação das atividades caiu consideravelmente ao longo da experimentação; 5) os alunos melhoraram a capacidade de escrita e elaboraram textos cada vez mais formais.

Contudo, a autora concluiu que o trabalho foi árduo, mas ao mesmo tempo foi gratificante, pois ela se sentiu satisfeita ao ver o progresso dos alunos tanto na participação durante as aulas, quanto na melhora da escrita das conclusões deles nas atividades. Quando o professor se torna um mediador, ele passa a ter uma relação muito mais afetiva com o aluno, podendo conhecer seus interesses. De fato, foi isso

o que aconteceu conosco, pois percebíamos a confiança que inspirávamos aos alunos.

Costa Júnior (2019) trouxe em seus estudos uma proposta didática para uso em sala de aula sobre a relação entre as raízes de um número complexo e os vértices de um polígono regular com a utilização do software MATLAB. No desenvolvimento desse trabalho, foi necessário o uso do software MATLAB com a finalidade de proporcionar aos estudantes uma investigação matemática dinâmica da relação geométrica das raízes de números complexos e os vértices de polígonos regulares.

Como resultados, após concluídas todas as etapas dessa sequência didática, o autor apontou que a expectativa era que os estudantes tivessem clareza sobre a relação geométrica existente entre a quantidade de raízes, maior que 2, de um número complexo, e que esta correspondesse ao número de vértices de um polígono regular inscrito numa circunferência de raio $|z|$. Esperava-se, também, que os estudantes percebessem que, quando o número de raízes tende ao infinito, o número de lados do polígono tendesse à circunferência.

O autor finalmente concluiu que o desenvolvimento desse trabalho poderia contribuir, de forma significativa, na práxis do professor de Matemática que se propunha a ensinar números complexos e, principalmente, que a forma como a sequência didática, numa perspectiva de investigação matemática, se apresentou foi, de maneira concreta, uma facilitadora da aprendizagem do estudante na construção do entendimento da relação geométrica que existia entre as raízes do número complexo e os vértices de um polígono regular. Além disso, o programa gerado no software MATLAB ofereceu praticidade e eficiência nessa construção, minimizando todo o processo manual longo e cansativo para as partes envolvidas no processo.

Ribeiro (2021) apresentou em sua pesquisa os resultados de uma proposta didática de ensino de Conceitos de Potenciação e Radiciação de Números Naturais aplicados em sala regular de ensino a partir do sexto ano do Ensino Fundamental, de forma que podia atender as particularidades das alunas e dos alunos autistas, utilizando a Metodologia de Ensino-Aprendizagem-Avaliação, através da Resolução de Problemas, seguindo as etapas do roteiro de ensino proposta por Allevato e Onuchic (2014), contemplando assim, o princípio fundamental de uma Educação para Todos.

O objetivo desta pesquisa foi propor a Metodologia de Resolução de Problemas, desenvolvida por Allevato e Onuchic (2014), no ensino de Potenciação e

Radiciação, em sala regular de ensino. A metodologia de investigação utilizada apresenta uma abordagem de caráter qualitativo, na modalidade de pesquisa pedagógica, desenvolvida por meio de uma pesquisa de cunho bibliográfico. Os resultados apontaram que tal metodologia proposta mostra-se potencialmente rica, que possibilita a retomada dos conteúdos anteriores aplicados aos problemas geradores, diante da necessidade de resolver o problema e obter a abordagem de novos conhecimentos.

O autor defendeu que a metodologia também contribuirá fortemente para que a produção dos estudantes seja valorizada, assim como seus pensamentos, suas estratégias e suas ideias, para que o consenso seja estabelecido em relação às resoluções realizadas. Todos os estudantes terão vez e voz, e, todo o processo desde a leitura, interpretação, resolução, até a etapa de formalização, partirá da produção dos estudantes para compreender os erros, aprimorar os métodos e formalizar o conteúdo matemático.

Nos resultados, o autor viu que não há formas rígidas de utilizar a Metodologia de Ensino-Aprendizagem-Avaliação de Matemática através da Resolução de Problemas. Os problemas descritos apresentam, de modo detalhado, o que a professora ou o professor devem utilizar com seus alunos para construir os conceitos de potenciação e radiciação.

Ribeiro (2021) concluiu que as considerações feitas ao longo do trabalho dele teve a intenção de destacar a importância da Resolução de Problemas como estratégia didática, para um ensino que desencadeou na aluna ou no aluno autista e nos alunos sem deficiência, um comportamento de pesquisador, estimulando a curiosidade e o preparo do estudante para lidar com situações novas, sendo motivado a pensar, conhecer, ousar e solucionar problemas matemáticos, dentro e fora da escola.

A pesquisa de Valle (2023) teve como objetivo principal compreender e apontar um caminho para duas situações problema: a dificuldade de grande parte da população em ter gosto na aprendizagem de matemática e como levar a matemática de forma mais divertida para os alunos que estão nos anos finais do ensino fundamental ou iniciando o ensino médio. A metodologia da pesquisa apontou que a partir de um jogo como ferramenta facilitadora para o ensino de operações como radicais, estudo de conjuntos numéricos, noções de plano cartesiano e Teorema de Pitágoras. Atentos às diferentes realidades das escolas brasileiras, a proposta foi

desenvolvida de modo que - mesmo com poucos recursos - o professor, que demonstrar interesse, pode implementar o jogo com seus alunos.

Segundo o autor, durante a aplicação do jogo em sala de aula foi possível perceber o comportamento dos alunos de modo que puderam criar regras mais expressivas, bem como tiveram uma melhora da autoestima significativa com a Matemática e começaram a ter um olhar diferente para a disciplina, o que refletiu uma melhora da participação e até dos resultados de suas avaliações. O autor concluiu que acima de qualquer conteúdo, esperava-se atrair a curiosidade dos alunos que tinham medo de Matemática, trazendo-os para mais perto da disciplina e despertando, conseqüentemente, sentimentos de acolhimento. Já para os alunos que tinham aptidão natural para a Matemática, esperava-se que eles usassem seus conhecimentos prévios para criar estratégias vencedoras, podendo até aperfeiçoar o jogo ou criar novos jogos matemáticos.

3.4.4 Estudos Documentais

Estudos documentais referem-se a um método de pesquisa que envolve a análise sistemática de documentos e registros escritos ou visuais. Este método é amplamente utilizado nas ciências sociais e humanas, e abrange a investigação e interpretação de fontes documentais primárias e secundárias. Os estudos documentais são caracterizados por um rigor metodológico que busca extrair informações relevantes, identificar padrões, e contextualizar dados dentro de um quadro teórico específico.

Almeida (2014) abordou em sua pesquisa a resolução de equações polinomiais com coeficientes racionais esclarecendo que tal resolução consistiu em parte significativa da história do desenvolvimento da álgebra, onde o problema foi encontrar fórmulas que expressassem uma raiz por meio de operações aritméticas efetuadas sobre a equação original, ou seja, determinar a resolubilidade por radicais da equação. Assim, no século XVI, o autor apontou que o trabalho de vários matemáticos culminou com a obtenção das fórmulas para a resolução de equações polinomiais de grau menor ou igual a 4. Séculos mais tarde, Niels Abel mostrou que não foi possível obter uma fórmula para a equação geral de grau 5. Contudo, por fim, Evariste Galois resolveu completamente o problema estudando o grupo de permutação das raízes e estabelecendo as condições exatas para a resolubilidade de uma equação polinomial.

Assim, o objetivo deste trabalho foi o de apresentar as fórmulas resolutivas para as equações algébricas e compreender a matemática que torna possível a sua existência, a partir de uma breve análise de bibliografia sobre o tema. Os resultados, segundo o autor, permitiram concluir que para que uma fórmula exista foi necessário que o polinômio que deu origem à equação fosse solúvel por radicais. Isso significa que o corpo no qual o polinômio tem suas raízes, devia ser obtido pela adjunção de radicais ao corpo onde estavam os coeficientes do polinômio, numa estrutura chamada de extensão radical. Com isso, Almeida (2014) inferiu que tal construção não poderia ser feita para o polinômio geral com grau igual ou superior a 5, portanto, concluiu pela impossibilidade da existência de fórmulas resolutivas para esse polinômio.

Cardoso (2016) trouxe em suas pesquisas a análise bibliográfica de artigos e alguns livros, como “As Fórmulas” de Cardano, além das “Cúbicas” de Saraiva e “Introdução à História da Matemática” de Eves, com o objetivo de oferecer a professores e estudantes do ensino médio mais um instrumento que lhe auxiliassem na tarefa de ensino e aprendizagem desse importante conteúdo, as resoluções de equações algébricas. Nesses estudos, o autor se baseou nas formas de resolução das equações 3ª e 4º grau e as equações de grau ímpares acima do grau 3 como um método particular. Para a equação de grau 3 utilizou o Método Cardano-Tartaglia por radicais e a de grau 4 resolução através de uma manipulação algébrica criado por Ferrari. Para os casos particulares das equações incompletas de grau ímpares maior que 3 foi utilizado o mesmo procedimento que foram utilizados no método de Cardano-Tartaglia por radicais, apesar de não existir resoluções por radicais de equação polinomial geral para grau maior que 4. Para aproximação de raízes de uma equação qualquer foi utilizado o método iterativo chamado “método de Newton”.

O autor chegou ao resultado de que algumas dessas resoluções como o Método de Cardano-Tartaglia e Ferrari, podiam ser usadas diretamente em salas de aula para complementar o desenvolvimento nos livros, textos, usual, enfatizando que os estudos das equações algébricas sempre enriquecem o conhecimento intelectual do ser humano, e que a expectativa foi que esse trabalho conseguisse ajudar trazer bons resultados aos estudantes.

Por sua vez, Santos (2019) fez um estudo introdutório da Teoria dos Grupos, Extensões de Corpos e Teoria de Galois, que serviu de ferramentas para mostrar a solução de equações polinomiais por meio de radicais". Este trabalho abordou alguns

aspectos teóricos que cercam a Teoria de Galois, não de forma completa, por se tratar de assuntos muito extensos, mas garantiu o conhecimento necessário para sua compreensão.

Cabe aqui situar que, segundo o autor, por muito tempo, os matemáticos dedicaram-se a encontrar soluções para eventuais problemas, sendo um dos que mais lhes intrigavam era a resolução de equações. Como fruto desses estudos, atualmente temos fórmulas que solucionaram qualquer equação polinomial de grau 4. No entanto, quando os desafios passaram a ser sobre equações de grau 5, chegou-se à conclusão de que nem sempre era possível encontrar soluções expressas por meio de radicais. Assim, o objetivo desta pesquisa foi mostrar quando uma equação é solúvel por radicais, e o porquê de não existirem fórmulas para resolver equações de grau 5.

Segundo o autor, os resultados dos estudos desenvolvidos pelos matemáticos, mostrou-se a construção das fórmulas resolutivas das equações de graus 4. Santos (2019) concluiu a impossibilidade de existir soluções para as equações de graus 5, com atenção especial para um caso prático que utilizou toda a teoria exposta até então.

Os estudos de Majoni Neto (2021) destacaram que, como o conhecimento na área da computação se tornava cada vez mais necessário, as empresas, e até pequenos negócios, passaram a ter processos de controle informatizados, diminuindo o risco do erro de cálculo. Assim, tiveram como finalidade mostrar a utilização das planilhas eletrônicas no contexto escolar a partir de tecnologias que poderiam ser utilizadas para tirar o estudo das equações dos métodos convencionais para o ensino básico, através dos princípios do cálculo numérico.

Segundo o autor, os resultados deveriam fazer com que o aluno entendesse que escolher uma aproximação gerava um erro e que esse erro devia ser considerado, tornando-se de suma importância na formação de um cidadão consciente, permitindo que ele pudesse refletir sobre essas escolhas. Assim, Majoni Neto (2021) concluiu que com o mesmo nível de importância, foi preciso fazê-lo entender que, para realizar uma aproximação naquele nível, devia-se avançar casa por casa, sempre considerando o resultado anterior.

Em seus estudos, Lima (2021) apresentou as fórmulas resolutivas para equações polinomiais desenvolvidas até o grau 4, mostrando também um apanhado histórico sobre a busca e obtenção de tais fórmulas. O objetivo deste estudo foi

mostrar a impossibilidade de resolver equações de grau maior ou igual a 5, sem interesse em resoluções aproximadas por métodos computacionais.

A metodologia investigativa utilizada nesta pesquisa foi a análise de algumas equações polinomiais presentes em livros didáticos do ensino médio. Os resultados da pesquisa mostraram um pouco mais do que o visto no Ensino Médio sobre as resoluções de equações polinomiais, desde a teoria de polinômios necessária para resolver equações, a história da obtenção das fórmulas para equações de grau 2, 3 e 4 e da demonstração da impossibilidade de se resolver equações de grau maior ou igual a 5, além de alguns exemplos sobre o que chamamos de casos especiais, que são alguns modelos de equações de grau maior ou igual a 5 que conseguimos encontrar um método para resolução.

O autor enfatizou que era importante citar que essas fórmulas não eram muito simples, sendo que algumas vezes era mais difícil resolver uma equação pela fórmula do que utilizando outros métodos. Sugeriu que, para quem quisesse trabalhar o tema, produzisse roteiros de atividades para o ensino médio, onde o aluno conseguisse utilizar as fórmulas resolutivas para equações de grau 3 e 4 ou pelo menos partes das fórmulas, ou que conseguisse transmitir aos alunos ideias de como resolver alguns modelos de graus maiores.

3.4.5 Análise Global da Revisão de Estudos

A partir da revisão bibliográfica apresentada, destacou-se o professor como sujeito que acredita nas potencialidades de seus alunos, o qual está preocupado com a aprendizagem de fato, é aquele que tem sucesso em suas práticas de ensino. Foram diagnosticados alguns fatores que geram obstáculos e dificuldades para os alunos no aprendizado relacionado aos radicais.

Os trabalhos revisados contribuíram no sentido de que novas possibilidades sejam implantadas em sala de aula, e que os professores não somente “tentem”, mas possam transformá-las em uma possibilidade para o ensino do conteúdo de potenciação e radiciação, almejamos que ele possa contribuir para o aprimoramento profissional de outros professores, assim como contribuiu para nossas reflexões sobre ensinar matemática. Contribuíram também para relevar a necessidade de desenvolvimento de novas estratégias didáticas e metodológicas para o ensino de radiciação e potenciação na superação de prováveis obstáculos de aprendizagem.

Os resultados desses estudos apontam que a utilização de recursos didáticos e metodologias de ensino diferenciadas são fatores que podem colaborar para superação de dificuldades no ensino e aprendizagem, enfatizando que, segundo relatam os alunos, os bons professores são aqueles cujas aulas são atrativas, estimulam a participação, procuram diferentes formas de fazer a sua aula, induzem à crítica e à curiosidade.

O meu trabalho difere dos demais no sentido da aplicação de uma inteligência artificial inserida num aplicativo que traz possibilidades inovadoras (Funções Examinar, Desenhar e Tipo) de trabalhar radicais em sala de aula e trata-se de uma adaptação de Lopes(2015).

Este trabalho distingue-se dos demais ao investigar a aplicação de recursos de inteligência artificial incorporados ao aplicativo Microsoft Math Solver, o qual oferece funcionalidades inovadoras — como Examinar, Desenhar e Tipo — que ampliam as possibilidades de abordagem do conteúdo de radicais em sala de aula. O Microsoft Math Solver utiliza técnicas de inteligência artificial, especialmente reconhecimento de padrões, aprendizado de máquina e processamento algorítmico, para interpretar expressões matemáticas digitadas ou escritas à mão e apresentar diferentes formas de resolução.

4 DIAGNOSE REALIZADAS COM DOCENTES, DISCENTES E LIVRO DIDÁTICO

Esta seção tem como objetivo apresentar análise das investigações realizadas na rede municipal de ensino de Abaetetuba/PA: sobre as práticas pedagógicas utilizadas pelos docentes de matemática para o ensino de radicais; sobre a abordagem de problemas com operações e propriedades de radicais nos livros de matemática do 9º ano adotados; sobre análise de um questionário socioeducativo realizado com professores que atuam em turmas de 8º ano do Ensino Fundamental.

4.1 PRÁTICA PEDAGÓGICA DOS PROFESSORES DE MATEMÁTICA NA VISÃO DOS DOCENTES

Para entendermos, de fato, como os docentes de matemática da rede pública municipal de Abaetetuba/PA, lidam com o ensino das operações e propriedades de radicais, foi realizado um diagnóstico com 50 professores de matemática dessa rede.

A elaboração da seguinte pesquisa buscou fundamentação por meio de bibliografias, pois segundo Gil (2008) é possível desenvolver uma pesquisa por meio de fontes bibliográficas, mas além disso, foi realizado também uma pesquisa de campo, na qual “o objeto/fonte é abordado em seu meio ambiente próprio (SEVERINO, 2013, p. 107).

A etapa de revisão de literatura, como já apresentamos, ocorreu por meio de buscas sobre pesquisas, compreendidas no período de 2002 a 2023, sobre o ensino dos objetos matemáticos radicais, as quais foram realizadas no site da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Google Acadêmico e Biblioteca Digital Brasileira de teses e Dissertações (BDTD).

A proposta dessa pesquisa fundamentou-se por meio das seguintes literaturas: Gil (2008), Severino (2013), Brasil. BNCC (2018), Brasil. PCN (1998), Brasil. PRESS KIT SAEB (2019), Brasil. IDEB (2019), Brasil. LDB (1996), Gontijo. Org (2018), Müller (2000), Fatinel (2018), Pataro e Balestri (2022), Dante (2022), Sampaio (2018), Oliveira e Fugita (2018), Komar (2017), Siena (2018), Lopes (2015), Maciel (2003), Santos (2012), Ribeiro (2021) e Melo (2020).

Para efetivar a pesquisa de campo utilizou-se um questionário o qual Severino (2013) definiu como uma técnica de investigação que faz uma coleta de dados a partir de perguntas planejadas que devem ter com finalidade adquirir informações escritas sobre os sujeitos investigados.

O questionário utilizado foi produzido a partir de consultas realizadas por meio da Base Nacional Curricular Comum – BNCC (BRASIL, 2018), Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN (Brasil, 1998), em livros didáticos de matemática do nono ano do ensino fundamental: Pataro e Balestri (2022), Oliveira e Fugita (2022), Dante (2022), Sampaio (2022).

As perguntas do questionário versaram sobre as metodologias usadas pelos docentes no ensino da matemática de um modo geral e especificamente sobre o ensino dos objetos matemáticos radicais. Acrescentou-se ainda, questões sobre as formas utilizadas pelos professores para avaliação dos alunos e uma assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) assinado por todos os docentes que participaram da pesquisa.

Considerando o uso das tecnologias digitais como recurso de apoio à pesquisa, o questionário foi elaborado por meio da plataforma Google Forms e aplicado no mês de maio de 2022. O instrumento foi encaminhado, de forma privada, a 50 professores de Matemática que atuam no 8º ano do Ensino Fundamental da rede pública estadual do município de Abaetetuba, no estado do Pará. A divulgação e o envio do questionário ocorreram por meio da rede social WhatsApp, visando facilitar o acesso dos participantes e ampliar a participação dos docentes na pesquisa.

Dos sessenta questionários enviados, foram respondidos 50, os quais foram usados como amostra para a nossa investigação. A partir da coleta de dados desses questionamentos, ocorreu a sistematização por meio de gráficos e quadros, e a análise do conjunto das informações adquiridas, as quais estão decorridas nesta pesquisa.

A seguir expomos os resultados e as análises dos dados dessa pesquisa: Metodologias de ensino adotadas pelos docentes os quais foram descritos no item resultados e análises; Práticas de avaliação adotadas pelos docentes; diagnóstico de como os docentes ensinam as operações e propriedades de radicais.

4.1.1 Metodologias de ensino da matemática

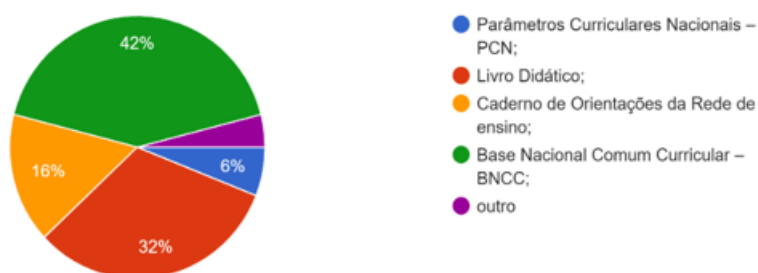
Em nossa primeira verificação sobre as metodologias adotadas pelos professores para ministrar as aulas de matemática, procuramos saber a partir de quê os conteúdos são selecionados. Essa análise está reportada no gráfico 2, distribuída em percentuais para melhor serem observadas.

O exame do gráfico 2, demonstra que 42,0% usam a Base nacional Curricular

Comum (BNCC) e 32,0% fazem uso do livro didático e 6,0 % usam os Parâmetros Curriculares Nacionais e 16,0% usam o Caderno de Orientações da Rede de Ensino.

Gráfico 1: Distribuição percentual das formas usadas para seleção dos conteúdos

Você seleciona os conteúdos de matemática a partir de que?
50 respostas



Fonte: Pesquisa em campo (2022).

O uso da BNCC por 42,0% dos professores consultados, era algo esperado, pois segundo Brasil (2018) este é um documento que foi construído depois de amplas discussões socioeducacionais, e que correspondem as necessidades dos discentes desse século, trata-se então de um documento mais contemporâneo que os PCN (1998).

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) é um documento de caráter normativo que define o conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais que todos os alunos devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica, de modo a que tenham assegurados seus direitos de aprendizagem e desenvolvimento, em conformidade com o que preceitua o Plano Nacional de Educação (BRASIL, 2018, p. 7).

Entre os consultados somente 6,0% disseram utilizar os PCN como um instrumento para elaboração das aulas de matemática, talvez a imensa maioria tenha esquecido que o mesmo, apesar de não ser um documento tão recente quanto a BNCC, é de extrema importância para educação brasileira, porque de acordo com Brasil (1998) ele constituiu-se em documentos os quais “foram elaborados procurando, de um lado, respeitar diversidades regionais, culturais, políticas existentes no país e, de outro, considerar a necessidade de construir referências nacionais comuns ao processo educativo em todas as regiões brasileiras” (BRASIL, 1998, p.5).

Além desses questionamentos, apresentamos no quadro 4 outras práticas pedagógicas que são usadas pelos docentes de matemática para ministrar esse

componente.

Quadro 4: Distribuição percentual das metodologias usadas para introduzir e fixar conteúdos

Como os docentes iniciam a introdução e fixam os conteúdos matemáticos	
Conceito seguido de exemplos e exercícios	42%
Situação problema para introdução do objeto do conhecimento	50%
Criação de um modelo para a situação e em seguida o analisando	6%
Uso de jogos para depois sistematizar os conceitos	2%

Fonte: Pesquisa de campo (2022).

A inspeção dos dados do quadro 4 constatou que 42,0% iniciam conceito seguido de exemplos e exercício, e que os objetos matemáticos são fixados por situação problema por 50%, o que caracteriza de acordo com os PCN (BRASIL, 1998) uma estratégia tradicional de ensino, visto que o professor expõe verbalmente o conteúdo, de maneira a iniciar a explicação pelas definições, exemplos e exercícios, valoriza-se nesse método mais a repetição de algoritmos.

Os PCN (Brasil, 1998) assinalaram que essa estratégia de ensino não é eficiente, porque a repetição de forma correta, pode somente indicar que o discente talvez tenha aprendido a fazer um número reduzido de processos mecanizados, porém não ocorre aprendizagem, pois o aprendiz não consegue usá-lo em uma nova conjuntura.

O exame do quadro 4 também acentuou que 6% dos professores consultados não recorreram ao uso de modelos para criar uma situação e depois propor ao discente que faça uma análise, o que é algo desanimador, pois de acordo com Müller (2000) a modelagem é usada desde os tempos longínquos pela humanidade, e contribui para que o aluno construa modelos que os levam a construção de um conhecimento que lhe é intrínseco.

Komar (2017) corroborou com Muller (2000), afirmando que a Modelagem Matemática, na perspectiva assumida oportuniza a capacidade de desenvolvimento da autonomia decorrentes da ação de pensar, refletir, buscar dados, levantar e encontrar solução para os problemas proporcionados pela coleta de dados, em relação ao tema escolhido.

Brasil (2018) ratificou a importância do uso da modelagem para introdução de conteúdos, quando a coloca como uma das estratégias de ensino que devem ser

usadas pelo docente, visto que proporciona ao discente a possibilidade de um letramento matemático, processo pelo qual o aluno é capaz de estabelecer conjecturas com objeto matemático.

Ao observar o quadro 4, verifica-se que 2% dos discentes analisados usam jogos para depois sistematizar os conceitos, o que é algo que nos entristece, pois de acordo com Siena (2018), os jogos digitais educativos aliados aos métodos de ensino podem contribuir significativamente com a aprendizagem de qualquer conteúdo.

4.1.2 Práticas de avaliação usadas pelos docentes

Os PCN (Brasil, 1998), revelaram que durante o processo de ensino-aprendizagem é papel do professor exercer a função de avaliador, o qual deve encontrar por meio de investigações e reflexões os dispositivos mais adequados para analisar

sinais e indícios das competências desenvolvidas pelos alunos, o professor pode julgar se as capacidades indicadas nos objetivos estão se desenvolvendo a contento ou se é necessário reorganizar a atividade pedagógica para que isso. Também faz parte de sua tarefa como avaliador levar os alunos a terem consciência de suas conquistas, dificuldades e possibilidades para que possam reorganizar suas atitudes diante do processo de aprendizagem. (BRASIL, 1998, p.38).

Cabe ao professor avaliar o discente, conforme os PCN (BRASIL, 1998), de modo a usar o instrumento avaliativo para que ele repense os erros cometidos, e não com função punitiva.

Nesse sentido, é preciso repensar certas ideias que predominam sobre o significado da avaliação em Matemática, ou seja, as que concebem como prioritário avaliar apenas se os alunos memorizam as regras e esquemas, não verificando a compreensão dos conceitos, o desenvolvimento de atitudes e procedimentos e a criatividade nas soluções, que, por sua vez, se refletem nas possibilidades de enfrentar situações-problema e resolvê-las. (BRASIL, 1998, p. 54).

A avaliação somativa é a que, segundo Freire (2002, p. 58) apud Gontijo et. al. (2020) “a única margem de ação que se oferece aos educandos é a de receberem os depósitos, guardá-los e arquivá-los’ e, assim, atribuir uma nota no final do processo, por outro lado a avaliação proposta pelos PCN (BRASIL, 1998) é a formativa a qual preocupa-se com “como uma prática que favorece a regulação, a autoavaliação e a autorregulação das aprendizagens dos alunos.” (GONTIJO et. al., 2020, p. 159).

Maciel (2003) afirmou que os autores apontaram para a avaliação formativa, quando se sugere instrumentos de avaliação com possibilidades de aprendizagem matemática, estimulando o uso da metacognição e dando ênfase à avaliação de resolução de problemas e comunicação matemática, num ambiente de cooperação

Quadro 5: Distribuição percentual das práticas de avaliação

Práticas de avaliações usadas pelos professores	
Prova oral	18%
Prova escrita	98%
Autoavaliação	28%
Trabalhos em grupo ou individuais	92%
Produções no caderno	78%
Trabalho de pesquisa	50%
Apresentação de trabalhos	56%
Outra	12%

Fonte: Pesquisa de campo (2022)

Com a análise do quadro 5 averiguou-se que 92,0% dos docentes avaliam por meio de trabalhos individuais ou em grupo, 50% usam trabalhos de pesquisa, 56% avaliam com apresentação de trabalhos e 78,0% utilizam as produções realizadas no caderno, e acreditamos que esses instrumento avaliativos podem favorecer um feedback instantâneo ao professor, o que pode propiciar o uso desses instrumentos como processos avaliativos formativos, pois de acordo com de acordo com Hadji (1994) apud Gontijo org. (2020) o objetivo da avaliação formativa é contribuir com o melhoramento de uma aprendizagem.

O exame do quadro 5 apurou que 28,0% dos inqueridos usam a autoavaliação como processo avaliativo, a qual insere-se dentro do processo de uma avaliação formativa de acordo com Gontijo Org. (2020). O autor destaca que o processo de auto avaliação é valioso para que os aprendizes aprendam administrar a habilidade de autoavaliar-se, e cabe ao professor orientar esse processo para que o discente consiga ter conhecimento dos próprios processos cognitivos.

De acordo com Gontijo Org. (2020) o entendimento de avaliação formativa não se associa a um único mecanismo avaliativo, porém associa-se ao destaque aplicado pelo docente após a diagnose da performance dos aprendizes em uma ação. Assim, em nossa última análise do quadro 5, constatou-se que 18,0% dos docentes usam prova oral, 12% dos discentes usam outras formas de avaliação e 98 % usam prova escrita, o que demonstra que os professores dessa rede usam instrumentos de avaliação variados, o que pode propiciar a possibilidade do uso desses instrumentos

como uma avaliação formativa.

Vale ressaltar que segundo Fatinel (2018) as avaliações de ensino-aprendizagem escolar sofrem influência do contexto Político-social-econômico.

4.1.3 Diagnóstico de como os docentes ensinam os radicais no oitavo ano do ensino fundamental

O estudo apresentado no quadro 6 consistiu em mostra como os professores de matemática do oitavo ano do ensino fundamental tem ensinado o assunto radicais aos discentes. As perguntas que aparecem neste quadro são pertinentes ao que deve ser ensinado aos discentes do nono ano, de acordo com a coleção: Matemática essencial; coleção: Geração alpha, coleção: Matemática Teláris e coleção: Trilhas da Matemática.

Quadro 6: Distribuição percentual do ensino de radicais

Como os professores da rede pública Estadual de Abaetetuba/PA ensinam o assunto de radicais		
Propriedade fundamental dos radicais	94% Sim	6% não
Radicais semelhantes	84% Sim	16% não
Extração de fatores do radicando	96% Sim	4% não
Introdução de fatores no radicando	74% Sim	26% não
Radicais equivalentes	80% Sim	20% não
Adição de radicais semelhantes	98% Sim	2% não
Subtração de radicais semelhantes	98% Sim	2% não
Produto de radicais com índices iguais	100% Sim	0% não
Produto de radicais com índices diferentes	78% Sim	22% não
Quocientes de radicais com índices iguais	90% Sim	10% não
Potenciação de radicais	86% Sim	14% não
Radiciação de frações com radicais	80% Sim	20% não
Simplificação de expressões com radicais	86% Sim	14% não
Redução de radicais ao mesmo índice	82% Sim	18% não
Comparação de radicais com índices iguais	70% Sim	30% não
Comparação de radicais com índices diferentes	60% Sim	40% não

Fonte: Pesquisa de campo (2022).

É bastante significativa a constatação que a maioria dos assuntos obteve em todos percentual superior para a resposta sim, mas Feltes (2007) alerta que os professores consideram, em geral, que os erros nas provas que envolvem o assunto radicais são causados pela falta de estudos extras e de atenção. As alternativas, por eles sugeridas para auxiliar os estudantes, em geral envolvem a repetição dos conteúdos e a realização de exercícios de fixação, o que nos remete que alguns professores ainda estão ligados ao ensino tradicional.

4.2 PROBLEMAS DE OPERAÇÕES E PROPRIEDADES DE RADICAIS NOS LIVROS DIDÁTICO

Expomos aqui de forma resumida uma pesquisa que se refere a um estudo descritivo com abordagem qualitativa desenvolvida por meio de pesquisas bibliográficas em livros didáticos de matemática do 8º ano.

Destarte, foram realizadas pesquisas buscas no Google Acadêmico, Scielo, Coordenação de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Anais do Seminário de Cognição e Educação Matemática (SCEM), compreendidas no período de 1993 a 2022, sobre pesquisas que aludissem sobre análises sobre o livro didático de matemática.

A proposta dessa investigação fundamentou-se por meio das seguintes literaturas: Valente (2000); Santos, Gatti Junior (2009); Farias, Carvalho, Souza (2014); Santos e Silva (2021); Neves e Perovano (2020); Skovsmose (2000); Maia(2016); Ptombeira e Figueiredo(2002); Turíbiu e Silva(2017) ; Neto(2015); Luckesi(1994); Sacristán (2000); Januário(2018); Candian Morgan (2005); Dubois (2006); Severino (2013) e Silva Júnior(2007).

Na primeira etapa da realização da pesquisa foram selecionados cinco livros de matemática do 8º ano do Ensino Fundamental-Maior que fazem parte do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), os quais listamos a seguir:

- L1 – **Convergências Matemática:** Ensino fundamental: anos finais, autor Eduardo Rodrigues Chavantes ano 2019.
- L2 – **Teláris matemática, 8º ano:** Ensino fundamental, anos finais, autor Luiz Roberto Dante ano 2022.
- L3 – **Araribá conecta:** matemática: manual do professor, autores Maria Regina

Garcia Gay e Wiliam Raphael Silva (org.) ano 2022.

- L4 – **A conquista da matemática**: 8º ano: Ensino fundamental: anos finais, autores José Giovanni Júnior e Benedicto Castrucci ano 2019.
- L5 – **Matemática essencial 8º ano**: Ensino fundamental, anos finais, autores Patrícia Moreno Pataro e Rodrigo Balestri, ano 2022.

A segunda etapa constituiu-se do estabelecimento de categorias e critérios propostos em Morgan (2014) apud Maia (2016) e Skovsmose (2000).

- Para a Categoria 1 tem-se: Análise elementos linguísticos dos enunciados das atividades, de acordo com os seguintes critérios:
 - C1 – Uso de Pronomes.
 - C2 – Função impositiva.
 - C3 – Função Impessoal
- Na categoria 2 tem-se: Análise da contextualização dos enunciados, de acordo com os seguintes critérios:
 - C1 – Matemática Pura.
 - C2 – Semirrealidade.
 - C3 – Realidade.

Após o estabelecermos dessas categorias e critérios realizou-se as análises dos enunciados das atividades dos livros didáticos, com ênfase nos objetos matemáticos propriedade e operações com radicais. Na última etapa organizou-se os dados em quadros e realizou-se a transformação destes em percentuais a fim de facilitar sua análise e entendimento.

4.2.1 Análises e Resultados

Versaremos sobre os resultados observados nos cinco livros didáticos que foram analisados, de forma a considerar as categorias: Análise de elementos linguísticos dos enunciados das atividades e Análise da contextualização dos enunciados. Para a categoria análise de elementos linguísticos foram considerados os critérios: C1-Uso de Pronomes; C2-Função impositiva; C3-Função Impessoal. E na categoria análise de contextualização dos enunciados considerou-se os critérios: C1-Matemática Pura; C2-Matemática na Semirrealidade; C3-Matemática na Realidade. Desta forma, as análises estão dispostas a seguir.

Inicialmente trataremos os resultados referentes a categoria Análise dos elementos linguísticos que estão dispostos no Quadro 7.

Quadro 7: Análise dos elementos linguísticos dos livros didáticos

Classificação dos enunciados das atividades de acordo com a linguagem							
	C1	C2	C3	Total de questões analisadas	C1 %	C2 %	C3%
L1	47	49	1	55	84,45%	89,09%	1%
L2	35	46	2	55	63,63%	83,63%	2%
L3	28	37	2	37	75,67%	100%	5,40%
L4	50	42	5	78	64,10%	53,84%	6,41%
L5	36	35	3	48	75%	72,91%	6,25%

Fonte: Pesquisa de campo (2022).

Mediante aos dados expostos no Quadro 7 constatou-se que no critério C1 – Uso de Pronomes, está presente em todos os LD analisados, o que nos leva a inferir que todos os autores dos livros didáticos analisados fazem o uso de pronomes de maneira que tentam deixar o implícito o objeto matemático. Entretanto, os L1 e L3, destacam mais o uso de pronomes, pois tiveram percentuais elevados 84,45% e 75,67%, e isso demonstra para esses autores não a preocupação de levar os discentes à ação.

Na análise do critério C2 - Função Imperativa, apurou-se que essa função é usada por todos os autores dos livros didáticos averiguados, e houve percentuais elevados em três livros, e em um deles esse percentual foi de 100% (L3). O percentual elevado da função impositiva mostra que os autores estabeleceram uma forma impositiva com os leitores, de forma a valorizar mais o conceito do que a mensagem (MAIA, 2016).

A análise do critério C3 – Função Impessoal, reportou percentuais baixos, nos quais observou-se que há autores que a usam em 2% das suas atividades (L2), outro dado é que todos os autores analisados fazem o seu uso. O Menor percentual apontado nessa verificação ficou igual a 1%. Esses dados constataram que a Matemática é vista por esses autores como sujeito e querem dar à Matemática a ideia de ciência não neutra, sendo que Maia (2016) corrobora com esta ideia.

Exibiremos na sequência os resultados referentes a Categoria 2, Análise da contextualização dos enunciados das atividades, a qual seguiu os seguintes critérios C1 – Matemática Pura, C2 – Semirrealidade, C3 – Realidade. Os dados analisados

foram dispostos no Quadro 8 a seguir.

Quadro 8: Análise da contextualização dos enunciados das atividades

Classificação dos enunciados das atividades de acordo com a contextualização							
	C1	C2	C3	Total de questões analisadas	C1 %	C2 %	C3%
L1	51	1	3	55	92,72%	1,81%	5,45%
L2	43	8	4	55	78,18%	14,54%	7,27%
L3	37	0	0	37	100%	0%	0%
L4	78	0	0	78	100%	0%	0%
L5	48	0	0	48	100%	0%	0%

Fonte: Walber (2022)

Os dados exibidos no Quadro 8 revelaram que o critério C1- Matemática Pura, ainda é bastante utilizado na elaboração dos enunciados das atividades por esses autores, ultrapassando 78% no caso do L2.

Ao comparar os critérios C1, C2 e C3 observou-se que o C1 se sobressai quando comparado ao C2 e C3, e o C3 é pouco usado por esses autores, pois foi utilizado, somente em L2 e L3 e obteve 5,45% e 7,27%, respectivamente na pesquisa.

Essas informações levaram-nos a inferência que esses autores estão presos a critérios que segundo Skovsmose (2000), levam a construção de um mundo, no qual não há impressão de sentido, de maneira que o que importa são apenas as quantidades mensuradas. Entretanto, cabe ao professor, ao depara-se com questões que usam o critério C2- Matemática na Semirrealidade, criar situações que levem os alunos a investigarem e a refletir o mundo no qual estão inseridos, visto que, o percentual de C3 é ínfimo e que C1 não permite que se insira essas reflexões e investigações.

5 CONCEPÇÃO E ANÁLISE A PRIORI

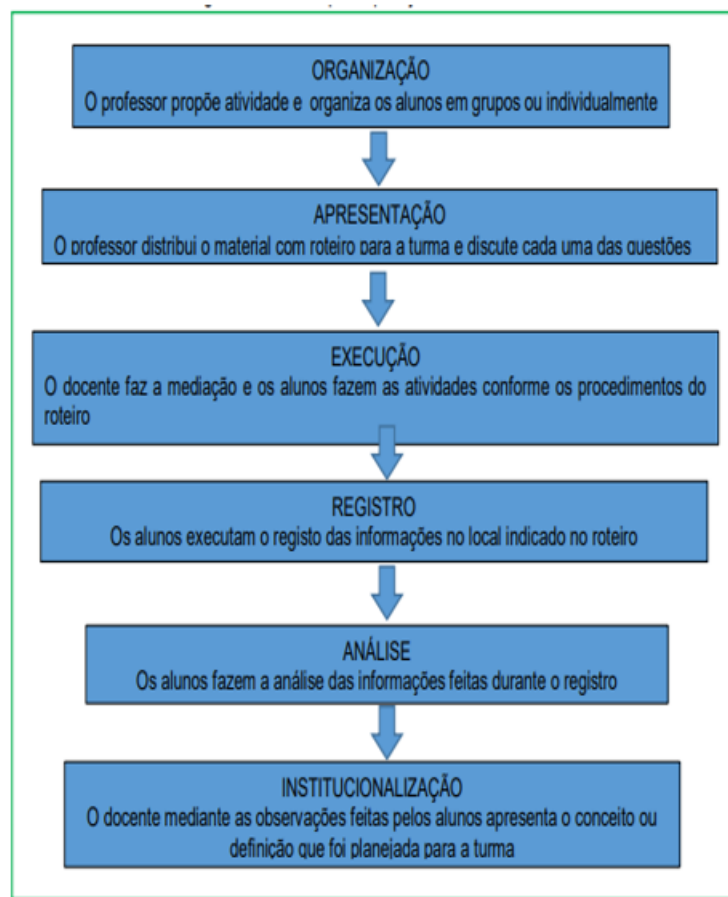
Nesta seção tem-se como objetivo apresentar uma sequência didática que possa ser usada no ensino de resolução de problemas de radicais na obtenção das respostas com o auxílio do software Microsoft Math Solver. Segundo Zabala (2014, p.18), uma sequência didática é “um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio

e um fim conhecido tanto pelo professor como pelos alunos”. A sequência didática proposta possui 17 atividades. Além disso, mostraremos nesta seção o questionário dos professores que fizeram parte desta pesquisa, as questões de aprofundamento de radicais e por último apresentaremos o Tutorial do aplicativo Microsoft Math Solver. A seguir expomos o roteiro de cada uma dessas atividades que foram elaborados para averiguação do desempenho dos sujeitos desta pesquisa.

5.1 ATIVIDADES SOBRE RADICAIS

Iniciamos a aplicação da sequência didática por meio das sessões de ensino. As atividades utilizadas no início dessa sequência são compostas de atividades sobre a definição, operações e propriedades de radicais. Ao todo foram desenvolvidas 17 atividades, sendo que as atividades foram adaptadas de Lopes (2015). As elaborações das atividades visaram conduzir os docentes a constatarem quando for necessária uma forma inovadora e instantânea de conseguir a resolução de problemas de radicais com o auxílio do aplicativo Microsoft Math Solver. Ao final de cada atividade apresentamos uma análise a priori para cada uma delas e quadros com previsões das respostas dos discentes para as perguntas discursivas. Para o desenvolvimento dessas atividades seguiremos os passos descritos em Sá (2019) para o ensino por atividades.

Figura 06: Passos para aplicação das atividades



Fonte: Adaptado de Sá (2019)

ATIVIDADE 01

Título: A Radiciação Parte I

Objetivo: Raiz quadrada

Material: Roteiro da atividade, lápis ou caneta e smartphone com memória suficiente para usar o aplicativo Microsoft Math Solver

Procedimento:

Nas questões abaixo, use o aplicativo se for necessário para respondê-las.

- 1) Qual é o número positivo que elevado ao quadrado é igual a 4? _____
- 2) Qual é o número positivo que elevado ao quadrado é igual a 25? _____
- 3) Qual é o número positivo que elevado ao quadrado é igual a 49? _____
- 4) Qual é o número positivo que elevado ao quadrado é igual a 64? _____
- 5) Qual é o número positivo que elevado ao quadrado dá 100? _____
- 5) Qual é o número positivo que elevado ao quadrado dá 100? _____

A pergunta: Qual é o número positivo que elevado ao quadrado dá 25? É equivalente a seguinte pergunta: Qual é a raiz quadrada de 25?

- 6) Qual a raiz quadrada de 4? _____
- 7) Qual a raiz quadrada de 25? _____
- 8) Qual a raiz quadrada de 49? _____
- 9) Qual a raiz quadrada de 64? _____
- 10) Qual a raiz quadrada de 100? _____
- 11) Qual a raiz quadrada de 1? _____
- 12) Qual a raiz quadrada de 0? _____

O Que é raiz a quadrada de um número?

A pergunta: Qual a raiz quadrada de 25? É representada simbolicamente por $\sqrt{25}$.

Calcule:

- 13) $\sqrt{4} =$
- 14) $\sqrt{9} =$
- 15) $\sqrt{16} =$
- 16) $\sqrt{25} =$
- 17) $\sqrt{36} =$
- 18) $\sqrt{49} =$
- 19) $\sqrt{64} =$

20) $\sqrt{100} =$

21) $\sqrt{121} =$

22) $\sqrt{144} =$

23) $\sqrt{169} =$

24) $\sqrt{196} =$

25) $\sqrt{0} =$

26) $\sqrt{1} =$

27) $\sqrt{225} =$

28) $\sqrt{400} =$

Fonte: Adaptado de Lopes (2015)

Análise a priori da atividade 01: Complementando o que salientou Lopes (2015), entendemos que há uma grande probabilidade de os discentes definirem de forma correta a raiz quadrada de um número com a ajuda da tecnologia. Esperamos que alunos nas questões de 1 a 28, escolham de forma correta o uso da Função TIPO. Esperamos que com o uso dessa função promova a resolução das questões com mais celeridade.

Quadro 9: Definição de raiz quadrada

O que é a raiz quadrada de um número?	
Respostas	Análise
Um outro número positivo que multiplicado por ele mesmo, ou que é elevado ao quadrado, resulte no número inicial	Válida e desejada
É um outro número que multiplicado por ele mesmo, ou que é elevado ao quadrado, resulte no número inicial.	Válida e não desejada
É um outro número que multiplicado por eles mesmo, resulte no número inicial, sendo que o índice do radicando pode ser três.	Parcialmente válida e não desejada
É um outro número que multiplicado por ele mesmo três vezes, ou que é elevado ao cubo, resulte no número inicial.	Inválida e não desejada

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025

ATIVIDADE 02

Título: A Radiciação Parte II

Objetivo: Raiz cúbica

Material: Roteiro da atividade, lápis ou caneta e smartphone com memória suficiente para usar o aplicativo Microsoft Math Solver

Procedimento:

Nas questões abaixo, use o aplicativo se for necessário para respondê-las.

- 1) Qual o número positivo que elevado ao cubo dá 8? _____
- 2) Qual o número positivo que elevado ao cubo dá 27? _____
- 3) Qual o número positivo que elevado ao cubo dá 1? _____
- 4) Qual o número positivo que elevado ao cubo dá zero? _____
- 5) Qual o número positivo que elevado ao cubo dá 81? _____
- 6) Qual o número positivo que elevado ao cubo dá 1000? _____

A pergunta: Qual o número elevado ao cubo dá 27? É equivalente a seguinte pergunta: Qual é a raiz cúbica de 27?

- 7) Qual é a raiz cúbica de 27? _____
- 8) Qual é a raiz cúbica de 8? _____
- 9) Qual é a raiz cúbica de 81? _____
- 10) Qual é a raiz cúbica de 1? _____
- 11) Qual é a raiz cúbica de 0? _____
- 12) Qual é a raiz cúbica de 1000? _____
- 13) Qual é a raiz cúbica de 64? _____

O que é raiz cúbica de um número? -

A pergunta: Qual é a raiz cúbica de 27? É representada por $\sqrt[3]{27}$.

Calcule:

- 14) $\sqrt[3]{8} =$
- 15) $\sqrt[3]{27} =$
- 16) $\sqrt[3]{0} =$
- 17) $\sqrt[3]{64} =$
- 18) $\sqrt[3]{81} =$
- 19) $\sqrt[3]{1} =$
- 20) $\sqrt[3]{1000} =$

$$21) \sqrt[3]{125} =$$

Fonte: Adaptado de Lopes (2015)

Análise a priori da atividade 02: Conforme Lopes (2015) explicou em seu estudo, entendemos que há uma grande probabilidade de os alunos definirem de forma correta a raiz cúbica de um número com a ajuda da tecnologia.

Esperamos que os discentes nas questões de 1 a 21, escolham de forma correta o uso da função DESENHAR ou a função EXAMINAR são poderosas aliadas para uma boa resolução destas questões. Assim como na atividade 01 esperamos que o uso da tecnologia torne a resolução dessas questões seja mais rápida que a resolução feita apenas com o raciocínio lógico dos alunos

Quadro10: Definição de raiz cúbica

O que é a raiz cúbica de um número?	
Respostas	Análise
Um outro número positivo, quando multiplicado três vezes por ele mesmo, resulte no número inicial.	Válida e desejada
É um outro número positivo ou negativo, quando multiplicado três vezes por ele mesmo, resulte no número inicial.	Válida e não desejada
É um outro número negativo, quando multiplicado três por ele mesmo, resulte no número inicial.	Parcialmente válida e não desejada
É um outro número positivo, quando multiplicado quatro vezes por ele mesmo, resulte no número inicial.	Inválida e não desejada

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025

ATIVIDADE 03

Título: A Radiciação Parte III

Objetivo: Definição de radiciação

Material: Roteiro da atividade, lápis ou caneta e smartphone com memória suficiente para usar o aplicativo Microsoft Math Solver

Procedimento:

Nas questões abaixo, use o aplicativo se for necessário para respondê-las.

Responda:

01) Qual é a raiz quarta de 16? Justifique. _____

02) Qual é a raiz quinta de 32? Justifique. _____

03) Qual é a raiz sexta de 1? Justifique. _____

04) Qual é a raiz oitava de 0? Justifique. _____

05) O que é a raiz quarta de um número? _____

06) O que é a raiz sexta de um número? _____

07) O que é a raiz décima de um número? _____

Para calcular a raiz quadrada, cúbica, quarta, quinta, sexta, oitava, décima e assim por diante, usamos a operação RADICIAÇÃO. O que é radiciação? _____

Fonte: Adaptado de Lopes (2015)

Análise a priori da atividade 03: Esperamos que os alunos terão dificuldades usando as funções TIPO e EXAMINAR na resolução das questões de 01 a 07. Temos convicção que os discentes possam ter maior desempenho usando a função DESENHAR. Avaliamos que estes possam conceituar a operação de radiciação a partir das indagações na atividade 01, bem como justificar corretamente suas respostas nas questões 50 a 56. As limitações para a resolução desta atividade poderão ser as deficiências dos alunos no que se refere ao cálculo com a potenciação apontados nos estudos de Feltes (2007), bem como a falta de hábito dos alunos de externalizar seus conhecimentos. Nesta atividade, ocorrerá a coleta das previsões de respostas dos alunos sobre os conceitos de raiz quadrada, raiz cúbica e radiciação.

Quadro 11: Definição de radiciação

O que é a radiciação?	
Respostas	Análise
É uma operação matemática inversa da potenciação	Válida e desejada
É uma operação matemática que se relaciona com a potenciação	Válida e não desejada
É uma operação matemática que se relaciona com a potenciação, mas se pode afirmar que esta relação seja a inversão.	Parcialmente válida e não desejada
É uma operação matemática que não se relaciona com a potenciação	Inválida e não desejada

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025

ATIVIDADE 04

Título: Radiciação e potenciação

Objetivo: Relacionar radiciação e potenciação

Material: Roteiro da atividade, lápis ou caneta

Procedimento:

Preencha os espaços

- a) $\sqrt{9} =$ _____ porque $3.3 = 9$
- b) $\sqrt{16} =$ _____ porque $4.4 = 16$
- c) $\sqrt{25} =$ _____ porque $5.5 = 25$
- d) $\sqrt{36} = 6$ _____ porque _____ = _____
- e) $\sqrt{49} = 7$ _____ porque _____ = _____
- f) $\sqrt{64} =$ _____ porque _____ = _____
- g) $\sqrt[3]{8} =$ _____ porque $2.2.2 = 8$
- h) $\sqrt[3]{27} =$ _____ porque $3.3.3 = 27$
- i) $\sqrt[3]{64} = 4$ _____ porque _____ = _____
- j) $\sqrt[3]{125} =$ _____ porque _____ = _____
- k) $\sqrt[4]{16} =$ _____ porque $2.2.2.2 =$ _____
- l) $\sqrt[4]{81} =$ 3 _____ porque _____ = _____
- m) $\sqrt[5]{32} =$ _____ porque $2.2.2.2.2 =$ _____

Observação:

Fonte: Adaptado de Lopes (2015)

Análise a priori da Atividade 4: Julgamos que não há necessidade de os discentes usarem o aplicativo Microsoft Math Solver nesta atividade. Estimamos que na atividade 04, os discentes possam entender o conceito de radical e a partir daí ter a habilidade de extrair a raiz n -enésima de forma correta. Há uma probabilidade alta de que as dificuldades dos alunos poderão se refletir no domínio das operações de potenciação e por consequência, da multiplicação. Para tentarmos contornar estas possíveis dificuldades, procuraremos revisitar os conceitos de tais operações sempre que necessário.

Nos quadros 12 e 13 há importantes de previsões de respostas dos discentes para atividade 04.

Quadro 12: Observações da atividade 04

Quais são as possíveis observações dos alunos sobre a atividade 04?	
Respostas	Análise
A radiciação e a potenciação são operações inversas.	Válida e desejada
Há uma relação entre radiciação e a potenciação.	Válida e não desejada
Há uma relação entre a radiciação e a potenciação, mas não é a inversão.	Parcialmente válida e não desejada
Não há relação entre a radiciação e a potenciação.	Inválida e não desejada

Fonte: O próprio Autor

Quadro 13: Conclusões da atividade 04

Quais as possíveis conclusões dos alunos sobre a atividade 04?	
Respostas	Análise
A radiciação e a potenciação são operações inversas.	Válida e desejada
Entre a radiciação e a potenciação há uma relação.	Válida e não desejada
Entre a radiciação e a potenciação há uma relação, mas pode ser dizer que ela seja inversa.	Parcialmente válida e não desejada
Não relação entre a radiciação e a potenciação	Inválida e não desejada

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025

ATIVIDADE 05

Título: Propriedade fundamental dos radicais

Objetivo: Descobrir a relação entre a potenciação de expoente fracionário e a radiciação

Material: Roteiro da atividade, lápis ou caneta

Procedimento: Preencha os espaços

1) $2^{\frac{1}{2}} \cdot 2^{\frac{1}{2}}$	=	$2^{\frac{1}{2}+\frac{1}{2}}$	=	2^1	então $\sqrt{2}$
2) $5^{\frac{1}{2}} \cdot 5^{\frac{1}{2}}$	=	_____	=	_____	então $\sqrt{5}$
3) $8^{\frac{1}{2}} \cdot 8^{\frac{1}{2}}$	=	_____	=	_____	então $\sqrt{8}$
4) $4^{\frac{1}{2}} \cdot 4^{\frac{1}{2}} \cdot 4^{\frac{1}{2}}$	=	_____	=	4^1	então _____
5) $6^{\frac{1}{3}} \cdot 6^{\frac{1}{3}} \cdot 6^{\frac{1}{3}}$	=	$6^{\frac{1}{3}+\frac{1}{3}+\frac{1}{3}}$	=	_____	então $\sqrt[3]{6}$
6) $7^{\frac{1}{3}} \cdot 7^{\frac{1}{3}} \cdot 7^{\frac{1}{3}}$	=	_____	=	_____	então _____
7) $3^{\frac{1}{4}} \cdot 3^{\frac{1}{4}} \cdot 3^{\frac{1}{4}} \cdot 3^{\frac{1}{4}}$	=	$3^{\frac{1}{4}+\frac{1}{4}+\frac{1}{4}+\frac{1}{4}}$	=	3^1	então $\sqrt[4]{3}$
8) $9^{\frac{1}{4}} \cdot 9^{\frac{1}{4}} \cdot 9^{\frac{1}{4}} \cdot 9^{\frac{1}{4}}$	=	_____	=	_____	então $\sqrt[4]{9}$
9) $2^{\frac{1}{5}} \cdot 2^{\frac{1}{5}} \cdot 2^{\frac{1}{5}} \cdot 2^{\frac{1}{5}} \cdot 2^{\frac{1}{5}}$	=	_____	=	_____	então _____
10) $8^{\frac{1}{6}} \cdot 8^{\frac{1}{6}} \cdot 8^{\frac{1}{6}} \cdot 8^{\frac{1}{6}} \cdot 8^{\frac{1}{6}} \cdot 8^{\frac{1}{6}}$	=	_____	=	_____	então _____
11) $6^{\frac{1}{7}} \cdot 6^{\frac{1}{7}} \cdot 6^{\frac{1}{7}} \cdot 6^{\frac{1}{7}} \cdot 6^{\frac{1}{7}} \cdot 6^{\frac{1}{7}} \cdot 6^{\frac{1}{7}}$	=	$6^{\frac{1}{7}+\frac{1}{7}+\frac{1}{7}+\frac{1}{7}+\frac{1}{7}+\frac{1}{7}+\frac{1}{7}}$	=	_____	então $\sqrt[7]{6}$
12) $3^{\frac{1}{7}} \cdot 3^{\frac{1}{7}} \cdot 3^{\frac{1}{7}} \cdot 3^{\frac{1}{7}} \cdot 3^{\frac{1}{7}} \cdot 3^{\frac{1}{7}} \cdot 3^{\frac{1}{7}}$	=	_____	=	3^1	então _____

Observação:

Conclusão:

Análise a priori da Atividade 05: Segundo Lopes (2015), avaliamos também que os discentes consigam entender que um radical pode ser expresso por uma potência de expoente fracionário e que as conclusões possam refletir corretamente a regra da propriedade fundamental dos radicais. Entendemos o aparecimento de dificuldades em operar com as frações presentes nos expoentes, mas que podem ser dirimidas se retomamos os procedimentos da adição de frações no início da atividade. Entendemos que não haverá a necessidade de uso do aplicativo Microsoft Math Solver.

Nos quadros 14 e 15 abaixo há importantes previsões de respostas dos discentes para atividade 05.

Quadro 14: Observações da atividade 05

Quais são as possíveis observações dos alunos sobre a atividade 05?	
Respostas	Análise
Há uma relação entre a potenciação de expoente fracionário e a radiciação.	Válida e desejada
Na multiplicação de potências de base iguais, basta manter a base, somando as expoentes semelhantes.	Válida e não desejada
Na multiplicação de potências de base iguais, basta manter a base, somando os expoentes pares.	Parcialmente válida e não desejada
Na multiplicação de potências de base iguais, basta mudar a base, somando os expoentes semelhantes.	Inválida e não desejada

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025

Quadro 15: Conclusões sobre atividade 05

Quais são as possíveis conclusões dos alunos sobre a atividade 05?	
Respostas	Análise
Entre a potenciação de expoente fracionário e a radiciação há uma relação matemática.	Válida e desejada
Basta manter a base e somar os expoentes semelhantes no caso de multiplicação de potências de base iguais.	Válida e não desejada
Basta manter a base e somar os expoentes ímpares no caso de multiplicação de potências de base iguais.	Parcialmente válida e não desejada
Basta mudar a base e subtrair os expoentes no caso de multiplicação de potências de base iguais.	Inválida e não desejada

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025

ATIVIDADE 06

Título: Radical de índice par

Objetivo: Descobrir uma relação entre os radicais que tem a base do radicando elevada a um índice par.

Material: Roteiro de atividade, lápis ou caneta e um celular com o software instalado previamente.

Procedimento: Calcule os radicais seguintes:

$$1) \sqrt{3^2} =$$

$$11) \sqrt[6]{12^6} =$$

$$2) \sqrt{(-3)^2} =$$

$$12) \sqrt[6]{(-12)^6} =$$

$$3) \sqrt{5^2} =$$

$$13) \sqrt[8]{14^8} =$$

$$4) \sqrt{(-5)^2} =$$

$$14) \sqrt[8]{(-14)^8} =$$

$$5) \sqrt[4]{6^4} =$$

$$15) \sqrt[8]{16^8} =$$

$$6) \sqrt[4]{(-6)^4} =$$

$$16) \sqrt[8]{(-16)^8} =$$

$$7) \sqrt[4]{8^4} =$$

$$17) \sqrt[10]{17^{10}} =$$

$$8) \sqrt[4]{(-8)^4} =$$

$$18) \sqrt[10]{(-17)^{10}} =$$

$$9) \sqrt[6]{11^6} =$$

$$19) \sqrt[10]{20^{10}} =$$

$$10) \sqrt[6]{(-11)^6} =$$

$$20) \sqrt[10]{(-20)^{10}} =$$

Qual a relação encontrada? Explique.

Fonte: Adaptado de Lopes (2015)

Análise a priori da Atividade 06: Conforme Lopes (2015), avaliamos que o uso da função DESENHAR permita um ganho de tempo para levantar hipóteses e construir suas conclusões. Consideramos que os discentes consigam reconhecer que os radicais da forma $\sqrt[n]{a^n}$ sempre resultam num valor positivo quando n é par, mas especificamente, resultam no módulo da base do radicando.

Nos quadros 16 e 17 há importantes de previsões de respostas dos discentes para atividade 06.

Quadro 16: Observações da atividade 06

Quais são as possíveis observações dos alunos sobre a atividade 06?	
Respostas	Análise
Há uma relação entre os radicais que tem a base do radicando elevada ao índice quando o índice é par.	Válida e desejada
Há uma relação entre os radicais que tem a base do radicando elevada ao índice, seja lá o que for índice é par ou ímpar.	Válida e não desejada
Há uma relação entre os radicais que tem a base do radicando elevada ao índice quando o índice é ímpar.	Parcialmente válida e não desejada
Não se pode afirmar que há uma relação entre os radicais que tem a base do radicando elevada ao índice quando o índice é par.	Inválida e não desejada

Fonte: Elaborado pelo autor

Quadro 17: Conclusões da atividade06

Quais são as possíveis conclusões dos alunos sobre a atividade 06?	
Respostas	Análise
Toda vez que o expoente par da base de uma potência que forma o radicando for igual ao índice par do radical, a raiz será exatamente a base da potência.	Válida e desejada
Toda vez que o expoente par da base de uma potência que forma o radicando for igual ao índice par do radical, a raiz será exatamente o expoente da potência inicial.	Válida e não desejada
Toda vez que o expoente da base de uma potência que forma o radicando for igual ao índice do radical, a raiz será exatamente o expoente na forma negativa da potência inicial.	Parcialmente válida e não desejada
Toda vez que o expoente da base de uma potência que forma o radicando for diferente do índice do radical, a raiz será exatamente a base da potência.	Inválida e não desejada

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025

ATIVIDADE 07

Título: Radical de índice ímpar

Objetivo: Descobrir uma relação entre os radicais que tem a base do radicando elevada ao índice quando o índice é ímpar.

Material: Roteiro de atividade, lápis ou caneta, celular com aplicativo Microsoft Math Solver instalado.

Procedimento:

Calcule os radicais seguintes:

1) $\sqrt[3]{2^3} =$

11) $\sqrt[7]{10^7} =$

2) $\sqrt[3]{(-2)^3} =$

12) $\sqrt[7]{(-10)^7} =$

3) $\sqrt[3]{4^3} =$

13) $\sqrt[9]{11^9} =$

4) $\sqrt[3]{(-4)^3} =$

14) $\sqrt[9]{(-11)^9} =$

5) $\sqrt[5]{6^5} =$

15) $\sqrt[9]{15^9} =$

6) $\sqrt[5]{(-6)^5} =$

16) $\sqrt[9]{(-15)^9} =$

7) $\sqrt[5]{8^5} =$

17) $\sqrt[11]{16^{11}} =$

8) $\sqrt[5]{(-8)^5} =$

18) $\sqrt[11]{(-16)^{11}} =$

9) $\sqrt[7]{9^7} =$

19) $\sqrt[11]{20^{11}} =$

10) $\sqrt[7]{(-9)^7} =$

20) $\sqrt[11]{(-20)^{11}} =$

Fonte: Adaptado de Lopes (2015)

Análise a priori da Atividade 07: Avaliamos que os alunos consigam reconhecer que os radicais da forma $\sqrt[n]{a^n}$ tem como resposta o valor a quando n é ímpar. Nossa perspectiva para o desenrolar da atividade 05 é a redução de tempo de aplicação em relação a atividade 04, ao ter similaridade de ambas as atividades, além do uso da calculadora. Entendemos que não haverá a necessidade de uso do aplicativo Microsoft Math Solver.

Nos quadros 18 e 19 há importantes de previsões de respostas dos discentes para atividade 07.

Quadro 18: Observações da atividade 07

Quais são as possíveis observações dos alunos sobre a atividade 07?	
Respostas	Análise
Há uma relação entre os radicais que tem a base do radicando elevada ao índice quando o índice é ímpar.	Válida e desejada

Há uma relação entre os radicais que tem a base do radicando elevada ao índice, seja lá o que for índice é par ou ímpar.	Válida e não desejada
Há uma relação entre os radicais que tem a base do radicando elevada ao índice quando o índice for par.	Parcialmente válida e não desejada
Não se pode afirmar que há uma relação entre os radicais que tem a base do radicando elevada ao índice quando o índice é ímpar.	Inválida e não desejada

Fonte: Elaborado pelo autor

Quadro 19: Conclusões da atividade 07

Quais são as possíveis conclusões dos alunos sobre a atividade 07?	
Respostas	Análise
Toda vez que o expoente ímpar da base de uma potência que forma o radicando for igual ao índice ímpar do radical, a raiz será exatamente a base da potência.	Válida e desejada
Toda vez que o expoente ímpar da base de uma potência que forma o radicando for igual ao índice ímpar do radical, a raiz será exatamente o expoente da potência inicial.	Válida e não desejada
Toda vez que o expoente da base de uma potência que forma o radicando for igual ao índice do radical, a raiz será exatamente o expoente na forma negativa da potência inicial.	Parcialmente válida e não desejada
Toda vez que o expoente da base de uma potência que forma o radicando for diferente do índice do radical, a raiz será exatamente a base da potência.	Inválida e não desejada

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025

ATIVIDADE 08

Título: Radicais semelhantes

Objetivo: Introduzir o conceito de radicais semelhantes

Material: Roteiro de atividade, lápis ou caneta

Procedimento:

Observe os radicais a seguir e agrupe os radicais que possuem índices e radicandos iguais

$$\begin{array}{ccccccc}
 3\sqrt{4}, & 3\sqrt{4}, & 2^5\sqrt{2}, & 4^3\sqrt{7}, & \sqrt[7]{3}, & 5\sqrt{a} \\
 -2^3\sqrt{7}, & \sqrt[5]{2}, & \sqrt{4}, & 3\sqrt{a}, & 5\sqrt{4}, & 7^5\sqrt{2} \\
 9\sqrt{4}, & 12\sqrt{a}, & \sqrt[3]{7}, & 8^3\sqrt{7}, & -8^5\sqrt{2}, & 4^3\sqrt{4} \\
 \sqrt[3]{4}, & \frac{1}{5}\sqrt{4}, & 11^5\sqrt{2}, & \frac{2}{3}\sqrt[3]{4}, & \frac{5}{3}\sqrt[7]{3}, & a\sqrt{a} \\
 14^7\sqrt{3}, & 6^3\sqrt{4}, & 7^3\sqrt{3}, & -\sqrt{a}, & a^5\sqrt{2}, & 4^7\sqrt{3} \\
 \sqrt{a}, & \sqrt[3]{7}, & -2^3\sqrt{4}, & 3^7\sqrt{3}, & 6^3\sqrt{7}, & -15\sqrt{4}
 \end{array}$$

Grupo 1: grupo radicais com $\sqrt{4}$

Grupo 2: grupo radicais com $\sqrt[3]{4}$

Grupo 3: grupo radicais com $\sqrt[5]{2}$

Grupo 4: grupo dos números radicais com $\sqrt[3]{7}$

Grupo 5: grupo dos números radicais com $\sqrt[7]{3}$

Grupo 6: grupo dos números radicais com $\sqrt{a}$

Os radicais que possuem índices e radicandos iguais são denominados de **RADICAIS SEMELHANTES**.

Dê dois exemplos de radicais semelhantes a $3\sqrt{6}$ _____

Quando dois ou mais radicais são semelhantes? _____

Fonte: Adaptado de Lopes (2015)

Análise a priori da Atividade 08: Conforme Lopes (2015), entendemos também que os discentes consigam chegar ao entendimento que os radicais inseridos no mesmo grupo possuem o mesmo índice e o mesmo radicando, os quais possuem denominação específica. Entendemos que não haverá a necessidade de uso do aplicativo Microsoft Math Solver.

Nos quadros 20 e 21 há importantes de previsões de respostas dos discentes para atividade 08.

Quadro 20: Radicais semelhantes

Quando dois ou mais radicais são semelhantes?	
Respostas	Análise
Quando os radicais possuem radicandos e índices iguais	Válida e desejada
Quando os radicais possuem radicandos e índices iguais ou diferentes.	Válida e não desejada
Quando os radicais possuem radicandos iguais e índices diferentes.	Parcialmente válida e não desejada
Quando os radicais possuem radicandos e índices diferentes	Inválida e não desejada

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025

ATIVIDADE 09

Título: Adição de radicais

Objetivo: Descobrir uma relação entre a adição de radicais semelhantes

Material: Roteiro de atividade, lápis ou caneta, celular com aplicativo Microsoft Math Solver instalado

Procedimento: Efetue as operações seguintes e se for preciso use o aplicativo:

1) $\sqrt{2} + 3\sqrt{2} =$

2) $\sqrt{5} + 3\sqrt{5} =$

3) $\sqrt{13} + \sqrt{13} =$

4) $4\sqrt{2} - \sqrt{2} =$

5) $7\sqrt[3]{11} - 4\sqrt[3]{11} =$

6) $8\sqrt[5]{7} + 6\sqrt[5]{7} =$

7) $5\sqrt{10} - 2\sqrt{10} =$

8) $2\sqrt{2} + 4\sqrt{2} =$

9) $3x\sqrt{2} + 9x\sqrt{2} - 6x\sqrt{2} =$

10) $2\sqrt{x} + 3\sqrt{x} - 2\sqrt{x} - \sqrt{x} =$

Descubra uma maneira mais rápida de obter o resultado.

Conclusão:

Fonte: Adaptado de Lopes (2015)

Análise a priori da Atividade 09: Entendemos que os discentes possam fazer uso das três funções do aplicativo (Examinar, Desenhar e Tipo) para obter os resultados, se eles acharem necessário. Temos como perspectiva que os alunos possam construir regras válidas para adicionar radicais. Para o desenrolar da atividade 09, os alunos deverão pôr em evidência o fator comum entre os termos, e por isso julgamos que a exiguidade do conhecimento de fatoração possa ser um entrave durante a resolução. Sobre isto, poderemos promover uma discussão sobre o conteúdo se for preciso.

No quadro 21 abaixo há importantes de previsões de respostas dos discentes para atividade 09

Quadro 21: Conclusões da atividade 09

Quais são as possíveis conclusões dos alunos sobre a atividade 09?	
Respostas	Análise
Há uma relação entre a adição ou subtração de radicais semelhantes	Válida e desejada
Há uma relação somente na adição de radicais semelhantes	Válida e não desejada
Podemos afirmar que há uma relação na subtração e na multiplicação de radicais semelhantes	Parcialmente válida e não desejada
Podemos afirmar que a há mesma relação tanto em operações de radicais semelhantes quanto em operações de radicais não semelhantes	Inválida e não desejada

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025

ATIVIDADE 10

Título: Raiz da soma

Objetivo: Descobrir uma relação entre a raiz da soma e a soma das raízes

Material: Roteiro de atividade, lápis ou caneta, celular com aplicativo Microsoft Math Solver instalado.

Procedimento: Preencha o quadro abaixo.

Valores	$\sqrt{a+b}$	$\sqrt{a} + \sqrt{b}$
a=4 e b=2		
a=4 e b= 4		
a=4 e b=6		
a=4 e b= 9		
a=3 e b= 9		
a=12 e b=4		
a=16 e b =9		
a=16 e b=25		
a=9 e b=36		
a=49 e b=0		

Observação: _____

Conclusão:

Fonte: Adaptado de Lopes (2015)

Análise a priori da Atividade 10: Segundo Lopes (2015), somente o estudo de Melo (2008) faz menção sobre a comparação entre raiz da soma e a soma das raízes. Ao considerar o assunto de grande importância para que os discentes tenham com clareza que há uma diferença que nos resultados da raiz da soma e da soma das raízes, temos luz a atividade 08, na qual os educandos consigam realizar tal comparação em ambos os resultados com ajuda do aplicativo e da calculadora e consequentemente, construindo argumentos que tornem válidas suas conclusões e observações.

Nos quadros 22 e 23 há importantes previsões de respostas dos discentes para atividade 10.

Quadro 22: Observações da atividade 10

Quais são as possíveis observações dos alunos sobre a atividade 08?	
Respostas	Análise
Não há uma relação matemática entre a raiz da soma e a soma das raízes.	Válida e desejada
Pelo fato de quando a for igual a zero e b for igual 1, podemos afirmar que há uma relação entre a soma das raízes e a raiz da soma números naturais	Válida e não desejada
Pelo fato de nem sempre a soma das raízes ser igual numericamente a raiz da soma de dois números, podemos afirmar que há uma relação entre a soma das raízes e a raiz da soma.	Parcialmente válida e não desejada
Há uma relação matemática entre a raiz da soma e a soma das raízes.	Inválida e não desejada

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025

Quadro 23: Conclusões da atividade 10

Quais são as possíveis conclusões dos alunos sobre a atividade 08?	
Respostas	Análise
Entre a raiz da soma e soma das raízes não uma relação matemática direta.	Válida e desejada
Somente em poucos casos dos valores de a e muitos casos de b , podemos afirmar que há uma relação entre a raiz da soma e a soma das raízes.	Válida e não desejada
Somente em poucos casos dos valores de a e b , podemos afirmar que há uma relação de a soma das raízes e a raiz da soma.	Parcialmente válida e não desejada
Sempre haverá uma relação entre a raiz da soma e a soma das raízes.	Inválida e não desejada

Fonte: Elaborado pelo autor

ATIVIDADE 11

Título: Raiz da diferença

Objetivo: Descobrir uma relação entre a raiz da diferença e a diferença das raízes

Material: Roteiro de atividade, lápis ou caneta, calculadora

Procedimento: Preencha o quadro abaixo

Valores	$\sqrt{a - b}$	$\sqrt{a} - \sqrt{b}$
a=4 e b= 2		
a= 4 e b=3		
a=5 e b= 1		
a=6 e b=3		
a=7 e b=3		
a=7 e b=4		
a=9 e b=8		
a=16 e b=9		
a=25 e b=9		
a=36 e b=0		

Observação:

Conclusão:

Fonte: Adaptado de Lopes (2015)

Análise a priori da Atividade 11: Conforme Lopes (2015), entendemos a semelhança da atividade 08 com a atividade 09 no sentido de permitir aos discentes perceber a relação de diferença entre a raiz da diferença e diferença das raízes e nesta atividade teremos o uso do aplicativo possibilitando os alunos desenvolverem a atividade com menor tempo do que na atividade 08.

Nos quadros 22 e 23 há importantes previsões de respostas dos discentes para atividade 11.

Quadro 24: Observações da atividade 11

Quais são as possíveis observações dos alunos sobre a atividade 11?	
Respostas	Análise
Não há uma relação matemática direta entre subtração das raízes e a raiz da subtração.	Válida e desejada

Se verifica uma relação matemática direta entre a subtração das raízes e a raiz da subtração, quando o valor de a é 1 e quando o valor de b é 0.	Válida e não desejada
Pelo fato de nem sempre se conseguir a igualdade nas expressões, podemos afirmar que não há uma relação entre a subtração das raízes e a raiz da subtração.	Parcialmente válida e não desejada
Há uma relação entre a subtração das raízes e a raiz da subtração.	Inválida e não desejada

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025

Quadro 25: Conclusões da atividade 11

Quais são as possíveis conclusões dos alunos sobre a atividade 11?	
Respostas	Análise
Não existe uma relação matemática subtração das raízes e a raiz da subtração.	Válida e desejada
Uma relação matemática direta se verifica entre a subtração das raízes e a raiz da subtração, quando o valor de a é 1 e quando o valor de b é 0.	Válida e não desejada
Pelo fato de nem sempre se conseguir a igualdade nas expressões, podemos afirmar que não há uma relação entre a subtração das raízes e a raiz da subtração.	Parcialmente válida e não desejada
2Há uma relação entre a subtração das raízes e a raiz da subtração.	Inválida e não desejada

Fonte: Elaborado pelo autor

ATIVIDADE 12

Título: Produto de radicais de mesmo índice

Objetivo: Descobrir uma maneira prática de multiplicar radicais de mesmo índice

Material: Roteiro da atividade, lápis ou caneta e celular com aplicativo Microsoft Math Solver instalado.

Procedimento:

Escreva os produtos como um único radical

1) $\sqrt{5} \cdot \sqrt{6} =$

2) $\sqrt{6} \cdot \sqrt{3} =$

3) $\sqrt{7} \cdot \sqrt{2} =$

4) $\sqrt{10} \cdot \sqrt{5} =$

5) $\sqrt{11} \cdot \sqrt{2} =$

6) $\sqrt{3} \cdot \sqrt{8} =$

7) $\sqrt{6} \cdot \sqrt{7} =$

8) $\sqrt{8} \cdot \sqrt{9} =$

9) $\sqrt{5} \cdot \sqrt{8} =$

10) $\sqrt[n]{a} \cdot \sqrt[n]{b} =$

Descubra uma maneira mais rápida de obter o resultado sem o uso do aplicativo

Conclusão:

Fonte: Adaptado de Lopes (2015)

Análise a priori da Atividade 12: Segundo Lopes (2015), avaliamos também que os discentes consigam construir adequadamente a regra de calcular o produto de radicais de mesmo índice. Para resolver a atividade 10, os alunos farão uso da propriedade fundamental dos radicais e a propriedade fundamental dos radicais e a propriedade de potência de produto. Não temos a perspectiva de termos dificuldades na execução da propriedade fundamental dos radicais, mas consideramos deficiências em relação a referida propriedade operatória de potências. Não será necessário o uso do aplicativo.

No quadro 26 há importante de previsões de respostas dos discentes para atividade 12.

Quadro 26: Conclusões da atividade 12

Quais são as possíveis conclusões dos alunos sobre a atividade 12?	
Respostas	Análise
Na multiplicação de radicais de mesmo índice basta manter o radical e multiplicar o radicando.	Válida e desejada
Nem sempre na multiplicação de radicais de mesmo índice, basta manter o radical e multiplicar os radicandos, sendo que o número de radicandos é sempre par.	Válida e não desejada
Na multiplicação de radicais de mesmo índice basta manter o radical e multiplicar o radicando, mas isso só é válido, quando só há um radicando por radical.	Parcialmente válida e não desejada
Na multiplicação de radicais de mesmo índice não basta manter o radical e multiplicar o radicando.	Inválida e não desejada

Fonte: Elaborado pelo autor

ATIVIDADE 13

Título: Introdução de fatores no radical

Objetivo: Descobrir uma maneira prática de introduzir um fator num radical

Material: Roteiro de atividade, lápis ou caneta e celular com aplicativo Microsoft Math Solver instalado.

Procedimento: Introduza o fator no radical

- | | |
|---------------------|----------------------|
| 1) $4\sqrt{2} =$ | 6) $4\sqrt[3]{7} =$ |
| 2) $5\sqrt{3} =$ | 7) $2\sqrt[4]{6} =$ |
| 3) $8\sqrt{5} =$ | 8) $5\sqrt[4]{3} =$ |
| 4) $2\sqrt[3]{5} =$ | 9) $a\sqrt[4]{2} =$ |
| 5) $7\sqrt[3]{2} =$ | 10) $a\sqrt[n]{b} =$ |

Descubra uma maneira de obter o resultado sem o uso do aplicativo

Conclusão:

Fonte: Adaptado de Lopes (2015)

A atividade a priori da atividade 13: Conforme Lopes (2015), avaliamos que os discentes serão capazes de elaborar uma regra para introduzir um ou mais fatores em um radical. Para a resolução das questões, os discentes deverão utilizar a propriedade fundamental dos radicais e um artifício em que será necessário

transformar o expoente 1 de uma potência em uma fração equivalente. Julgamos que no último passo, os estudantes talvez consigam mostrar dificuldades por não estarem acostumados a usar esta ferramenta de cálculo. Não haverá a necessidade de uso do aplicativo.

No quadro 27 há importante previsão de respostas dos discentes para atividade 13.

Quadro 27: Conclusões da atividade 13

Quais são as possíveis conclusões dos alunos sobre a atividade 13?	
Respostas	Análise
Ao introduzir o fator no radical, ele será elevado ao quadrado e o resultado disso irá se multiplicar pelo número dentro do radical	Válida e desejada
Ao introduzir o fator no radical, ele será elevado a um expoente e o resultado disso irá se multiplicar pelo número dentro do radical	Válida e não desejada
Ao introduzir o fator no radical, ele será elevado a um expoente desconhecido e o resultado disso irá se multiplicar pelo número dentro do radical	Parcialmente válida e não desejada
Ao introduzir o fator no radical, ele será elevado ao cubo e o resultado disso irá se multiplicar pelo número dentro do radical	Inválida e não desejada

Fonte: Elaborado pelo autor

ATIVIDADE 14

Título: Extração de fatores do radical

Objetivo: Descobrir uma maneira prática de extrair um ou mais fatores de um radical

Material: Roteiro de atividade, lápis ou caneta.

Procedimento: Retire o(s) fator(es) do radical

1) $\sqrt{3^3 \cdot 2} =$

2) $\sqrt{5^3 \cdot 2} =$

3) $\sqrt[3]{2^4 \cdot 5} =$

4) $\sqrt[3]{3^4 \cdot 2} =$

5) $\sqrt[3]{4^5 \cdot 7^3} =$

6) $\sqrt[4]{2^6 \cdot 5^3} =$

7) $\sqrt[4]{3^5 \cdot 7^4} =$

8) $\sqrt[5]{3^5 \cdot 2} =$

9) $\sqrt[5]{3^6 \cdot 11^5} =$

10) $\sqrt[5]{3^5 \cdot 11^6} =$

Descubra uma maneira mais rápida de obter o resultado sem usar o aplicativo

Fonte: Adaptado de Lopes (2015)

Análise a priori da atividade 14: Segundo Lopes(2015), entendemos que para solucionar as questões da atividade 14, os discentes deverão se apoiar no conhecimento construído com a execução da atividade 13, haja vista que deverão associar o expoente da potência ao índice do radical. Nas questões em que o expoente é igual ao índice, julgamos que os estudantes não terão dificuldades na extração do(s) fator (es) do radical; no entanto, naquelas questões em que o expoente é maior do que o índice, poderão eclodir dificuldades associadas ao conhecimento da potenciação. Não será necessário o uso do aplicativo nesta atividade

No quadro 28 há importante de previsão de respostas dos discentes para atividade 14.

Quadro 28: Conclusões da atividade 14

Quais são as possíveis conclusões dos alunos sobre a atividade 14?	
Respostas	Análise
Quando o índice é igual ao expoente da potência que forma o radicando, procede-se a extração da base da potência do radical.	Válida e desejada
Somente quando o índice é igual ao expoente da potência que forma o radicando, procede-se a extração da base da potência do radical.	Válida e não desejada
Quando o índice é maior ou menor que o expoente da potência, ocorre-se a extração da base da potência do radical.	Parcialmente válida e não desejada
Quando o índice é igual ao expoente da potência que forma o radicando, o procede-se a extração do expoente da potência do radical.	Inválida e não desejada

Fonte: Elaborado pelo autor

ATIVIDADE 15

Título: Divisão de Radicais de mesmo índice

Objetivo: Descobrir uma maneira prática de dividir radicais de mesmo índice

Material: Roteiro de atividade, lápis ou caneta e celular com o aplicativo Microsoft Math Solver instalado.

Procedimento: Escreva as divisões como um único radical

$$1) \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{5}} =$$

$$6) \frac{\sqrt{7}}{\sqrt{5}} =$$

$$2) \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{7}} =$$

$$7) \frac{\sqrt{8}}{\sqrt{5}} =$$

$$3) \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{8}} =$$

$$8) \frac{\sqrt{13}}{\sqrt{2}} =$$

$$4) \frac{\sqrt{3}}{\sqrt{6}} =$$

$$9) \frac{\sqrt{11}}{\sqrt{3}} =$$

$$5) \frac{\sqrt{3}}{\sqrt{7}} =$$

$$10) \frac{\sqrt{a}}{\sqrt{b}} =$$

Descubra uma maneira mais rápida de obter o resultado sem o uso do aplicativo.

Conclusão:

Fonte: Adaptado de Lopes (2015)

Análise a priori da atividade 15: Avaliamos que os estudantes terão como apoio nesta atividade as três funções do aplicativo (Examinar, Desenhar e Tipo) nas resoluções das questões e, isso diminuirá bastante o tempo de execução desta atividade. De acordo com Lopes (2015), para os alunos resolverem as questões da

atividade 15 deverão relembrar a propriedade fundamental dos radicais e a propriedade de potência de quociente. A possível dificuldade na solução da atividade 15 poderá estar associada à compreensão ou à falta de conhecimento da propriedade de potência de quociente. Julgamos que o desenrolar da atividade ocorra em menor tempo se comparada com a atividade de produto de radicais de mesmo índice e que os estudantes consigam ser capazes de construir adequadamente a regra para dividir radicais de mesmo índice. O aplicativo fará a racionalização e em seguida gerará o resultado da divisão.

No quadro 29 há importantes previsões de respostas dos discentes para atividade 15.

Quadro 29: Conclusões da atividade 15

Quais são as possíveis conclusões dos alunos sobre a atividade 15?	
Respostas	Análise
Ao se dividir radicais de mesmo índice, basta introduzir o numerador e denominador num único radical e, em seguida procede-se a divisão do numerador e o denominador.	Válida e desejada
Ao se dividir radicais de índices diferentes, basta introduzir o numerador e o denominador num único radical e, em seguida procede-se a divisão do numerador e o denominador.	Válida e não desejada
Ao se dividir radicais de mesmos índices, basta introduzir somente o numerador e não o denominador num único radical e, em seguida procede-se a divisão do numerador e o denominador	Parcialmente válida e não desejada
Ao se dividir radicais de mesmo índice, basta introduzir o numerador e denominador num único radical e, em seguida procede-se a multiplicação do numerador e o denominador.	Inválida e não desejada

Fonte: Elaborado pelo autor

ATIVIDADE 16

Título: Raiz de radical

Objetivo: Descobrir uma maneira prática de calcular a raiz de um radical

Material: Roteiro de atividade, lápis ou caneta e celular com memória suficiente para rodar o aplicativo Microsoft Math Solver

Procedimento: Escreva as raízes de radicais na forma de um radical, caso julgue necessário, use o aplicativo

1) $\sqrt{\sqrt{5}} =$

6) $\sqrt[3]{\sqrt[7]{12}} =$

2) $\sqrt[3]{\sqrt{9}} =$

7) $\sqrt[6]{\sqrt[3]{7}} =$

3) $\sqrt[3]{\sqrt[3]{6}} =$

8) $\sqrt[3]{\sqrt[5]{4}} =$

4) $\sqrt[5]{\sqrt{8}} =$

9) $\sqrt[5]{\sqrt[4]{2}} =$

5) $\sqrt[4]{\sqrt[5]{2}} =$

10) $\sqrt[m]{\sqrt[n]{a}} =$

Análise a priori da atividade 16: Julgamos que os discentes terão como apoio nesta atividade as três funções do aplicativo (Examinar, Desenhar e Tipo) nas resoluções das questões e, isso diminuirá bastante o tempo de execução desta atividade, segundo Lopes(2015), os discentes deverão ter conhecimento da propriedade fundamental dos radicais e da propriedade de potência de produto (caso em que os expoentes sejam números fracionários). Julgamos os estudantes consigam ser capazes de descobrir o procedimento correto para resolver a raiz de um radical, porém um dos entraves na solução das questões poderá estar relacionado novamente à multiplicação dos expoentes, pois ambos são frações. Entendemos que o tempo de execução desta atividade reduzirá em relação a atividade.

No quadro 30 há importantes de previsões de respostas dos discentes para atividade 16.

Quadro 30: Conclusões da atividade 16

Quais são as possíveis conclusões dos alunos sobre a atividade 16?	
Quais são as possíveis conclusões dos alunos sobre a atividade 16?	
Respostas	Análises
Para encontrar a raiz de um radical, basta manter o radical e o radicando e multiplicar-se os índices	Válida e desejada
Quando se tem a raiz quadrada de 3 radicais com os seguintes índices (4,3 e 5) basta manter o radical e o radicando e multiplicar-se os índices da seguinte forma: $2 \times 4 \times 3 \times 5$	Válida e não desejada
Quando se tem a raiz de n radicais, basta manter o radical e o radicando e multiplicar-se os índices da seguinte forma: $n \cdot (n-1)$	Parcialmente válida e não desejada

Fonte: Elaborado pelo autor

ATIVIDADE 17

Título: Racionalização

Objetivo: Descobrir uma maneira de transformar frações com denominadores irracionais na forma de raiz quadrada em frações com denominadores racionais

Material: Roteiro de atividade, lápis ou caneta e celular com memória suficiente para rodar o aplicativo

Procedimento: Multiplique os termos de cada fração por um número que torne o denominador da fração um número racional.

1) $\frac{7}{\sqrt{2}} =$

2) $\frac{5}{\sqrt{3}} =$

3) $\frac{4}{\sqrt{8}} =$

4) $\frac{1}{\sqrt{5}} =$

5) $\frac{3}{\sqrt{6}} =$

6) $\frac{5}{\sqrt{5}} =$

7) $\frac{5}{\sqrt{6}} =$

8) $\frac{6}{2\sqrt{3}} =$

9) $\frac{3}{4\sqrt{5}} =$

10) $\frac{a}{\sqrt{b}} =$

Quando se transforma uma fração com denominador irracional numa fração com denominador racional realiza-se uma racionalização de fração

Observação: _____

Conclusão: _____

Análise a priori da atividade 17: Esperamos que os estudantes tenham as três funções do aplicativo (Examinar, Desenhar e Tipo) como apoio na resolução das questões e, isso diminuirá bastante o tempo de execução desta atividade. Segundo Lopes, esperamos também que os alunos consigam identificar o fator racionalizante das questões da atividade e, por conseguinte, apresentar uma regra para racionalizar as frações neste momento já não configurar-se-á um grande entrave no desenrolar da atividade, caso ainda exista alguma ocorrência do fato. No entanto, há uma grande probabilidade de haver dificuldades eclodindo quando será importante descobrir o fator racionalizante.

Nos quadros 31 e 32 abaixo há previsões das respostas dos estudantes sobre a atividade 17.

Quadro 31: Observações da atividade 17

Observações aos desafios da atividade 17?	
Respostas	Análise
Se multiplicamos o numerador e o denominador pelo radical do denominador faremos o processo de racionalização.	Válida e desejada
A racionalização é uma espécie de simplificação.	Válida e não desejada
Nem sempre há radicais no numerador quando fazemos a racionalização.	Parcialmente válida e não desejada
Basta multiplicar o radical do numerador tanto no denominador quanto no denominador para fazer o processo de racionalização.	Inválida e não desejada

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025

Quadro 32: Conclusões da atividade 17

Quais são as possíveis conclusões dos alunos sobre a atividade 17?	
Respostas	Análise
Basta multiplicar o numerador e o denominador pelo radical do denominador.	Válida e desejada
Somente com radicais de índice 2 no denominador podemos executar a racionalização.	Válida e não desejada
Basta multiplicar o numerador e o denominador pelo radical tanto do denominador quanto do numerador.	Parcialmente válida e não desejada
Basta dividir o numerador e o denominador pelo radical do denominador.	Inválida e não desejada

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025

5.2 QUESTÕES DE APROFUNDAMENTO DE RADICAIS

Na sequência, apresentam-se as questões selecionadas a partir de uma pesquisa conduzida em páginas da internet acerca do tema radicais. Tais questões foram escolhidas por apresentarem um nível de complexidade superior ao das atividades que compõem a sequência didática, com a finalidade de serem submetidas à avaliação dos docentes que integraram esta pesquisa. Ao final do conjunto de questões, apresenta-se um quadro síntese que explicita as respectivas fontes de onde foram extraídas.

1. Uma **soma de radicais simples** é uma expressão da forma $\sqrt{x} + \sqrt{y}$, com x e y denotando números racionais positivos.

(a) Transforme em soma de radicais simples o número $\sqrt{x + \sqrt{24}}$.

(b) Mostre que não é possível transformar em soma de radicais simples o número $\sqrt{2 + \sqrt{2}}$.

2. O valor de $(\sqrt{1 + \sqrt{1 + \sqrt{1}}})^4$:

3. O índice de Desenvolvimento Humano (IDH) é uma medida usada para classificar os países pelo seu grau de desenvolvimento. Para seu cálculo, são levados em consideração a expectativa de vida ao nascer, tempo de escolaridade e renda per capita, entre outros. O menor valor deste índice é zero e o maior é um. Cinco países foram avaliados e obtiveram os seguintes índices de desenvolvimento humano: O

primeiro país recebeu um valor X , o segundo $\sqrt{X}$, o terceiro é $X^{\frac{1}{3}}$, o quarto X^2 e o último é X^3 . Nenhum desses países zerou ou atingiu o índice máximo.

Qual desses países obteve o maior IDH?

- a) O primeiro
- b) O segundo
- c) O terceiro
- d) O quarto
- e) O quinto

4. Se $(\sqrt{3})^{x+1} < 9$, então x é um número real tal que:

- a) $x < 4$
- b) $x > 3$
- c) $x > 4$
- d) $x < 3$

5. Dê o resultado da expressão a seguir:

$$\sqrt{4^5 + 4^5 + 4^5 + 4^5}$$

- a) 4
- b) 8
- c) 16
- d) 64
- e) 256

6. (CMRJ2018) A forma de potência mais simples do radical

$$\sqrt[3]{11^{29} \cdot \sqrt[4]{11^{28} \cdot \sqrt[5]{11^{27} \cdot \sqrt[6]{11^{26} \cdot \sqrt[7]{11^{25}}}}}}$$

- a) $11^{\frac{3509}{280}}$
- b) $11^{\frac{1131}{56}}$
- c) $11^{\frac{504}{125}}$
- d) $11^{\frac{27}{5}}$
- e) $11^{\frac{3}{56}}$

7. O resultado da seguinte expressão é: $(0^0 + 0^3 + \sqrt[3]{27^2})^{-1}$

- a) $\frac{1}{6}$
- b) $\frac{1}{9}$
- c) $\frac{1}{10}$
- d) $\frac{1}{11}$
- e) 9

08. Considere os números A e B tais que:

$$A = 2^{1001} + 4^{501} - 256^{125}$$

$$B = \frac{8^{0,666} + (0,25)^{\frac{-3}{2}} - (0,5)^{-\sqrt{9}} + 9^{0,5}}{\left[\frac{1}{2 \cdot (0,2)^{-2} - \left(\sqrt{\sqrt[3]{10}} \right)^0} \right]^{-0,5}}$$

Se $C = (5 \cdot A \cdot B)^{\frac{1}{2}}$, então C é igual a

- a) $20 \cdot 2^{296}$
- b) $10 \cdot 2^{499}$
- c) $25 \cdot 2^{500}$
- d) $40 \cdot 2^{492}$

09. Resolvendo a seguinte expressão:

$$(\sqrt[3]{2})^6 - (\sqrt{3} + 1) \times (\sqrt{3} - 1) + \sqrt[5]{243}, \text{ obtém-se, como resultado:}$$

- a) Um número irracional e positivo.
- b) Um número inteiro e negativo.
- c) Um número irracional e negativo
- d) Um número natural e não inteiro
- e) Um número inteiro e positivo.

10. Considerando as proposições I, II, III e IV a seguir:

$$\text{I- } \sqrt{58 + \sqrt{31 + \sqrt{21 + \sqrt{13 + \sqrt{7 + \sqrt{3 + \sqrt{1 + \sqrt{0}}}}}}} = 8$$

$$\text{II- } \sqrt[3]{2016} \cdot \sqrt[6]{162} = 6 \cdot \sqrt[6]{7}$$

$$\text{III- } \sqrt{50} - \sqrt{18} = 2\sqrt{2}$$

São verdadeiras:

- a) Nenhuma
- b) Apenas as proposições I e II
- c) Apenas as proposições II e III

- d) Apenas as proposições I e II
e) Todas

11. Determine como verdadeiro (V) ou falso (F) as proposições a seguir. Depois assinale a opção que corresponde a sequência correta:

[I] se $x = \sqrt{3 - 2\sqrt{2}} - \sqrt{3 + 2\sqrt{2}}$, então x é número irracional

[II] se $\sqrt{7} - \sqrt{2} = \sqrt{A - \sqrt{B}}$, então $\frac{B-2}{A} = 6$

[III] Se $a \in \mathbb{R}^*$ e $y = (a\sqrt{a\sqrt{a}})^{-\frac{1}{2}}$, então $y = \frac{\sqrt[8]{a^7}}{a}$

- a) V-F-V
b) F-V-F
c) V-V-V
d) V-F-F
e) F-F-F

12. Quais dos números dados são negativos?

- a) $10 - 3\sqrt{11}$
b) $3\sqrt{11} - 10$
c) $18 - 5\sqrt{13}$
d) $51 - 10\sqrt{26}$
e) $10\sqrt{26} - 51$

13. O valor de

$$\frac{\sqrt[3]{-0,001} \cdot \sqrt{400}}{\sqrt{0,25}} - \frac{\sqrt{0,036}}{\sqrt{0,4}} - \frac{\sqrt{0,4}}{\sqrt{0,4}}$$

- a) -3,3
b) -4,7
c) -4,9
d) -0,38
e) -0,75

14. Se m é um número natural tal que $3^m = 81$, quanto vale m^3 ?

- a) 81^3
b) 3^{81}
c) 64
d) 24
e) 48

Abaixo há informações adicionais sobre as questões:

Quadro 33: Informações adicionais sobre as questões

QUESTÃO	FONTE	LINK
1	Clube da Matemática OBMEP.	http://clubes.obmep.org.br/blog/problemao-radicaais/
2	Banco de questões da OBMEP 2007.	https://www.obmep.org.br/banco.htm

3	ENEM2019	https://vestibular.mundoeducacao.uol.com.br/enem/provas-gabaritos.htm
4	EEAR -2021-Sargento da aeronáutica	https://guiadovestibulinho.com.br/provas-antiores-da-ear/
5	CFN-2021-Soldado da Marinha	https://blog-static.infra.grancursosonline.com.br/wp-content/uploads/2022/12/19115513/prova-e-gabarito-fuzileiro-naval-2021.pdf
6	CMRJ2018	https://www.cmrj.eb.mil.br/provas-antiores?id=373
7	PM-PI-2021	https://www.pciconcursos.com.br/provas/pm-pi/
8	EPCAR-2020	https://www.concursosmilitares.com.br/provas-antiores/aeronautica/epcar/
9	INSTITUTO AOCP-2018	https://www.qconcursos.com/questoes-militares/provas/instituto-aocp-2018-pm-es-soldado
10	CMR-2016	https://www.concursosmilitares.com.br/provas-antiores/exercito/colgio-militar/recife/
11		https://www.concursosmilitares.com.br/provas-antiores/exercito/colgio-militar/belo-horizonte/
12	OBMEP	https://www.obmep.org.br/
13	OBMEP – Banco de questões	https://www.obmep.org.br/
14	OBMEP	https://www.obmep.org.br/

Fonte: Elaborado pelo autor

5.3. QUESTIONÁRIO PARA OS PROFESSORES

O questionário a seguir é uma adaptação de Lima (2022) que tem como objetivo registrar as avaliações de uma turma de professores a respeito das atividades apresentadas na sequência didática e as questões de aprofundamento de radicais.

QUESTIONÁRIO PARA A AVALIAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA POR PROFESSORES

1. As atividades experimentais podem levar os estudantes ao entendimento satisfatório dos conceitos de radicais?

- a) De nenhuma forma (0%)
- b) Pontualmente (25%)
- c) Em parte (50%)
- d) Na maioria das vezes (75%)
- e) Integralmente (100%)

Caso assinale (a), (b), (c) ou (d), qual a sua sugestão para melhorar estas atividades experimentais?

2.As atividades experimentais de conceituação e redescoberta na sequência

didática aliados a possibilidade de uso do aplicativo Microsoft Math Solver podem promover um ensino aprendizagem dinâmico e atrativo de radicais?

- a) De nenhuma forma (0%)
- b) Pontualmente (25%)
- c) Em parte (50%)
- d) Na maioria das vezes (75%)
- e) Integralmente (100%)

Caso assinale (a), (b), (c) ou (d), qual a sua sugestão para melhorar estas atividades experimentais?

SEGUNDO QUESTIONÁRIO DE PROFESSORES

1.As atividades utilizadas sequência didática são atrativas e apresentam uma linguagem acessível ao nível cognitivo dos alunos?

- a) De nenhuma forma (0%)
- b) Pontualmente (25%)
- c) Em parte (50%)
- d) Na maioria das vezes (75%)
- e) Integralmente (100%)

Caso assinale (a), (b), (c) ou (d), qual a sua sugestão para melhorar estas atividades experimentais?

2.O aplicativo poderá ser atrativo e de fácil operacionalização pelo(a) aluno(a) e contribuem para realização das atividades da sequência didática?

- a) De nenhuma forma (0%)
- b) Pontualmente (25%)
- c) Em parte (50%)
- d) Na maioria das vezes (75%)
- e) Integralmente (100%)

Caso assinale (a), (b), (c) ou (d), qual a sua sugestão para melhorar estas atividades experimentais?

3. Na sua percepção, o conjunto de atividades que compõem a sequência didática está ordenado de modo a promover o ensino de radicais?

- a) De nenhuma forma (0%)
- b) Pontualmente (25%)
- c) Em parte (50%)
- d) Na maioria das vezes (75%)
- e) Integralmente (100%)

Caso assinale (a), (b), (c) ou (d), qual a sua sugestão para melhorar estas atividades experimentais?

Avaliação Complementar

1. Na sua percepção estas atividades experimentais poderão motivar os alunos a estudarem o objeto matemático radicais?

- a) De nenhuma forma (0%)
- b) Pontualmente (25%)
- c) Em parte (50%)
- d) Na maioria das vezes (75%)
- e) Integralmente (100%)

Caso assinale (a), (b), (c) ou (d), qual a sua sugestão para melhorar estas atividades experimentais?

2. Na sua percepção os símbolos usados nas atividades experimentais estão de acordo com o seu conhecimento sobre radicais?

- a) De nenhuma forma (0%)
- b) Pontualmente (25%)
- c) Em parte (50%)
- d) Na maioria das vezes (75%)
- e) Integralmente (100%)

Caso assinale (a), (b), (c) ou (d), qual a sua sugestão para melhorar estas atividades experimentais?

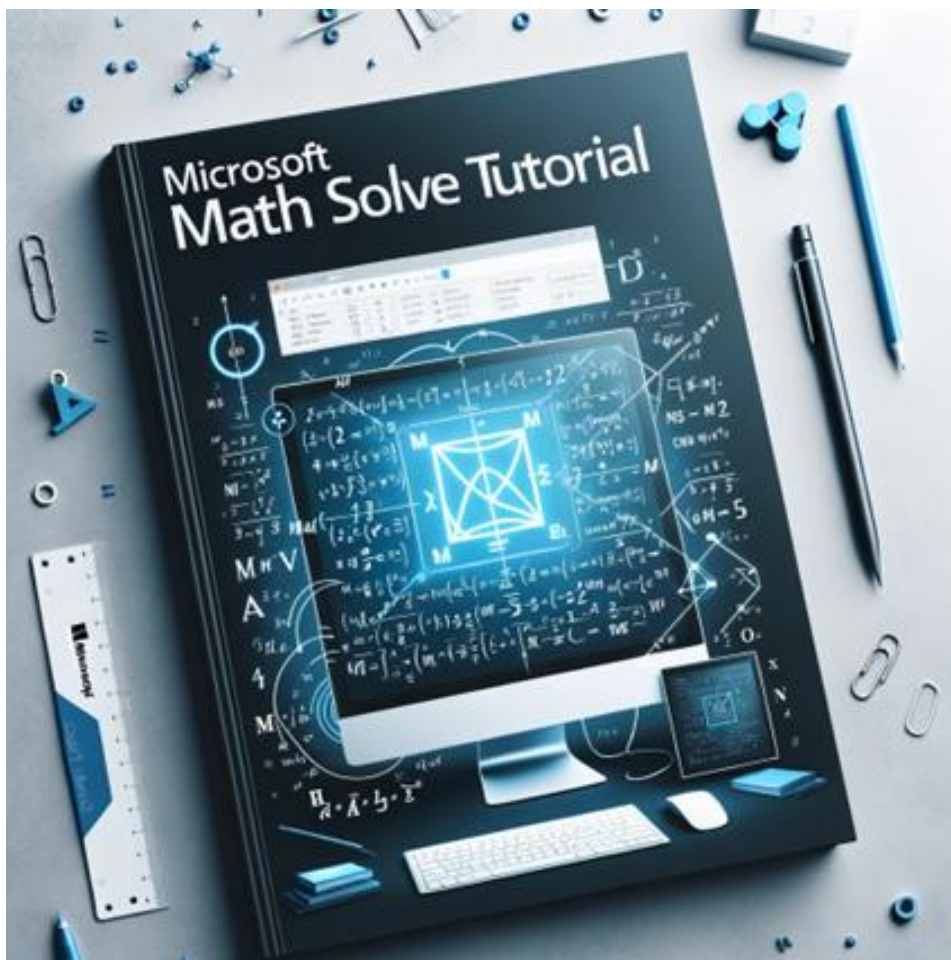
3.As questões de aprofundamento estão compatíveis com radicais?

- a) De nenhuma forma (0%)
- b) Pontualmente (25%)
- c) Em parte (50%)
- d) Na maioria das vezes (75%)
- e) Integralmente (100%)

Caso assinale (a), (b), (c) ou (d), qual a sua sugestão para melhorar estas atividades experimentais?

5.4 TUTORIAL DO SOFTWARE MICROSOFT MATH SOLVER

TUTORIAL DO MICROSOFT MATH SOLVER



Produto educacional idealizado pelo orientando Walber do Carmo Farias, a orientadora Prof^a.Dra. Maria de Lourdes e o Coorientador Pedro Sá.

1. APRESENTAÇÃO

O presente *Tutorial do Software Microsoft Math Solver* constitui o produto educacional resultante da pesquisa de mestrado intitulada “*O ensino de radicais por meio de atividades experimentais: uma sequência didática com o software Microsoft Math Solver*”. O material foi elaborado com base nos pressupostos teóricos da Engenharia Didática (Artigue, 1996), na perspectiva do Ensino por Atividades Experimentais (Sá, 2020) e na Teoria dos Registros de Representação Semiótica (Duval, 2003), que orientaram toda a construção da sequência didática investigada neste estudo.

O tutorial tem como objetivo orientar professores de Matemática sobre o uso pedagógico do Microsoft Math Solver como recurso didático complementar no ensino de radicais. A proposta visa aproximar a prática docente das metodologias ativas e investigativas, oferecendo instruções claras, ilustradas e contextualizadas para que o professor possa incorporar o aplicativo à sua rotina de sala de aula com segurança e intencionalidade didática.

Estruturado de forma acessível e didática, o material apresenta desde o processo de instalação e configuração do software até exemplos práticos de aplicação em atividades experimentais. As etapas do tutorial estão organizadas para que o docente possa compreender não apenas o funcionamento técnico da ferramenta, mas também as possibilidades pedagógicas de exploração de seus recursos — como a resolução passo a passo, o reconhecimento de escrita manual, a geração de gráficos e a verificação de hipóteses.

Mais do que um manual de uso, este tutorial busca ser um instrumento de formação docente e um guia metodológico, apoiando o professor na construção de aulas mais dinâmicas, reflexivas e interativas. Ao integrar o Microsoft Math Solver à sequência didática proposta, o docente é convidado a explorar novas formas de mediação, capazes de potencializar a compreensão conceitual dos radicais e desenvolver o protagonismo dos estudantes no processo de aprendizagem.

Por fim, o tutorial reflete o compromisso desta pesquisa em contribuir para o aperfeiçoamento do ensino de Matemática na educação básica, valorizando a tecnologia como aliada da prática pedagógica e fortalecendo a autonomia e a criatividade dos professores na utilização de recursos digitais para promover aprendizagens significativas.

Figura 7: Logo do aplicativo



Fonte: WIKIMEDIA FOUNDATION, 2025.

2 O MICROSOFT MATH SOLVER

O Microsoft Math Solver ou Solucionador de Matemática (Nome em português brasileiro) é uma ferramenta desenvolvida pela Microsoft destinada a ajudar discentes e professores a resolver problemas matemáticos. Ele é capaz de resolver uma ampla variedade de equações e problemas que vão desde a aritmética básica até cálculos avançados.

3 ONDE PODEMOS ENCONTRAR O MICROSOFT MATH SOLVER

O Software pode ser encontrado em várias plataformas, dependendo das preferências do usuário. Aqui estão as principais maneiras de acessar o Microsoft Math Solver.

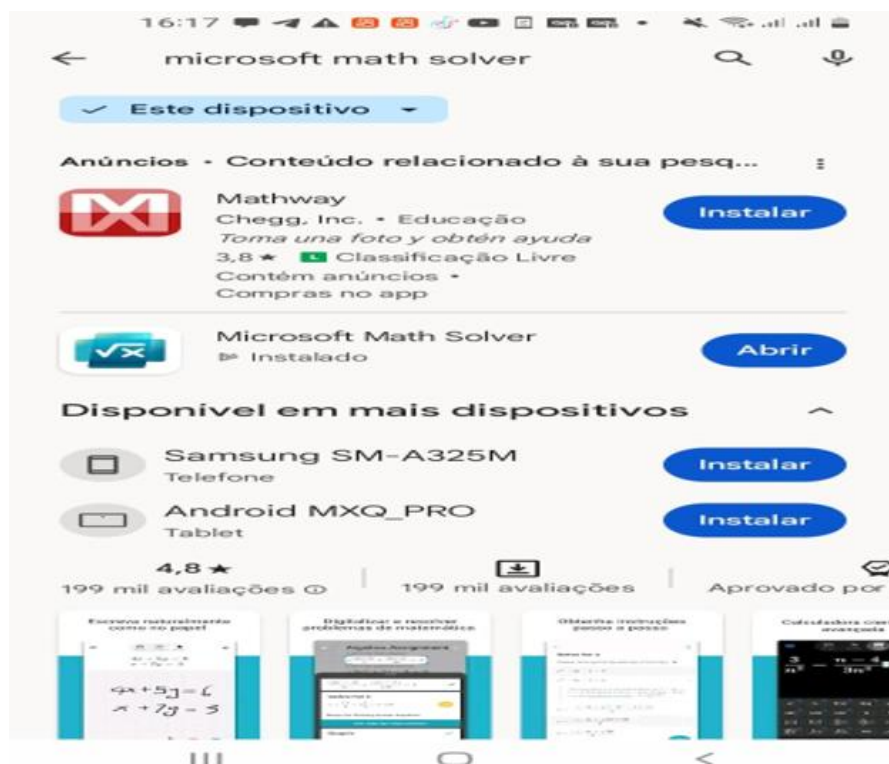
3.1 Aplicativos para Dispositivos Móveis:

- **Android:**

- 1) Se você possui dispositivo Android, anteriormente poderia baixar o Microsoft Math Solver diretamente do Google Play Store, porém atualmente sabemos não é mais possível.

Anteriormente, era possível acessar a Google Play Store e inserir, no campo de pesquisa, o nome Microsoft Math Solver, conforme ilustrado na Figura 8, para, em seguida, realizar o download do aplicativo.

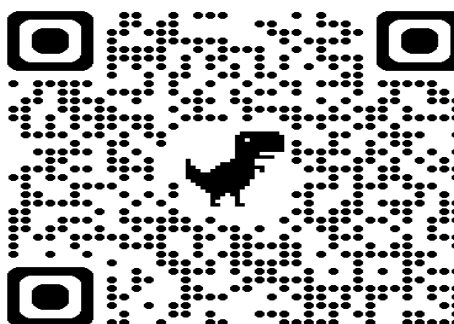
Figura 8: Tela como resultado da pesquisa do aplicativo no Google Play Store



Fonte: Elaborado pelo autor, 2025

- 2) Agora exatamente em 2025 só é possível baixar o apk do Microsoft Math Solver pelo seguinte link no smartphone:
<https://apkpure.com/br/microsoft.math.solver/com.microsoft.math/download>

Figura 9: Qr code



Fonte: Elaborado pelo autor

- IOS: Usuários de Iphone ou Ipad podem encontrar o aplicativo na App Store.

Procedimento: Abrir a App Store, escrever no local de pesquisa o nome Microsoft Math Solver, como na figura10 abaixo, em seguida clicar em baixar o software.

Figura 10: App Store
Prévia da App Store



Fonte: MICROSOFT CORPORATION, 2025.

4 RECURSOS DO MICROSOFT MATH SOLVER

Caro Leitor(a), nesta seção vamos discorrer sobre as principais funções do Microsoft Math Solver, as quais serão de grande utilidade na sequência didática do autor.

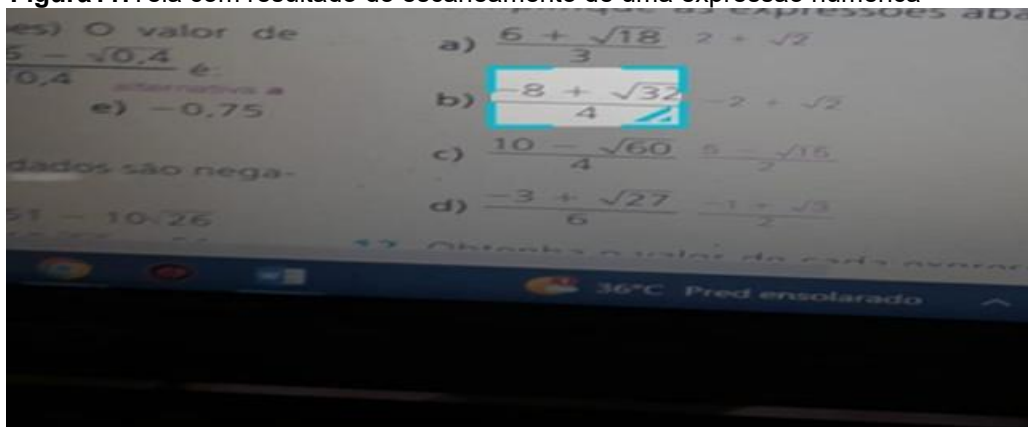
4.1 EXAMINAR (SCAN)

Esta função permite que os usuários capturem ou scaneiem uma imagem de um problema matemático usando a câmera de seu dispositivo móvel. O aplicativo então reconhece o problema e fornece uma solução passo a passo. É especialmente útil para problemas que podem ser demorados para serem digitados manualmente. Abaixo, veremos algumas características dessa função mais aprofundadas:

- **Reconhecimento Óptico de Caracteres (OCR):** A função de exame utiliza tecnologia OCR para identificar números, símbolos e equações a partir de imagens. Isso permite que os usuários capturem problemas matemáticos de livros, cadernos ou qualquer outra fonte impressa.
- **Compatibilidade com Formatos Variados:** Não importa se o problema está escrito à mão ou impresso, o aplicativo é projetado para reconhecer ambos.
- **Correção Manual:** Após a captura, os usuários têm a opção de corrigir ou ajustar qualquer parte do problema que o aplicativo pode não ter reconhecido corretamente.

Depois desta explanação, vamos ver as figuras 11 e 12 explicativas sobre a função examinar, o momento inicial que é a captura da imagem e em seguida o momento final que é o reconhecimento com a solução passo a passo.

Figura11:Tela com resultado do escaneamento de uma expressão numérica



Fonte: Elaborado pelo auto

Figura 12: Tela com reconhecimento do escaneamento pelo aplicativo Microsoft Math Solver



Fonte: Elaborado pelo autor

4.2 DESENHAR (DRAW)

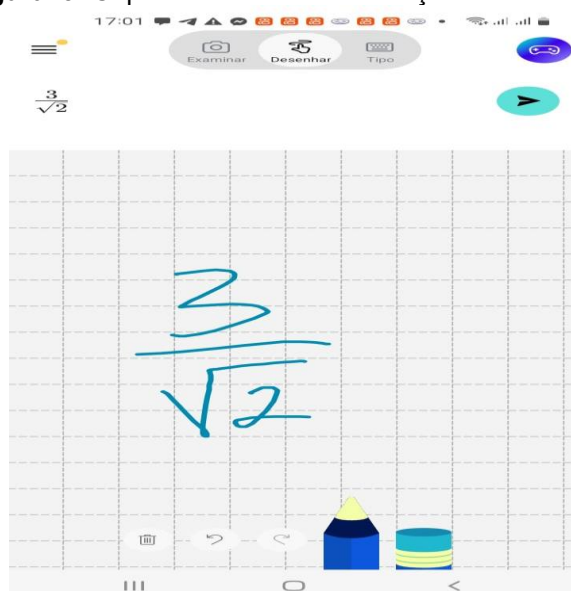
A função de desenho permite que os usuários desenhem manualmente um problema matemático na tela do dispositivo. Isto pode ser útil para equações ou fórmulas que são difíceis de expressar usando um teclado padrão. Veremos abaixo, algumas características dessa função:

- **Interface Intuitiva:** A interface de desenho é projetada para ser o mais intuitiva possível, permitindo que os usuários desenhem equações complexas com facilidade.

- **Ferramentas de Desenho:** Além de uma caneta básica, os usuários podem ter acesso a diferentes espessuras de linha e cores, facilitando a distinção entre diferentes partes de um problema.
- **Conversão Automática:** Assim que o usuário termina de desenhar, o aplicativo converte o desenho em texto reconhecível e começa a solucionar o problema.

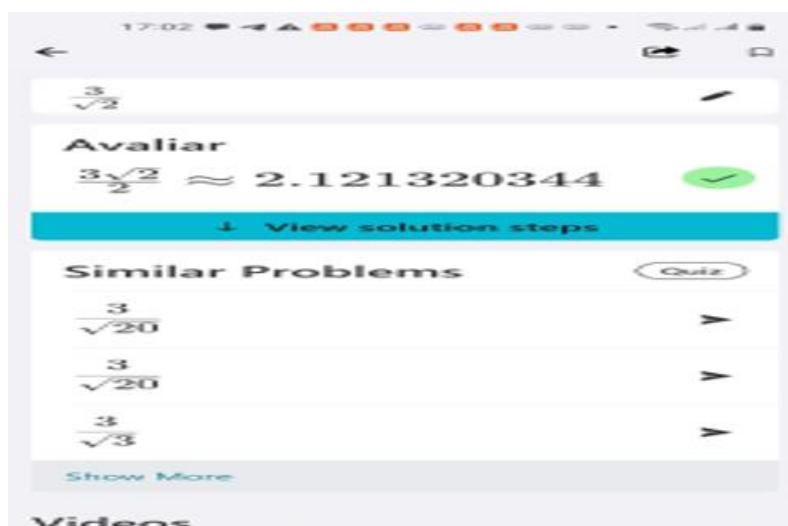
Depois desta explanação, vamos ver as figuras 13 e 14 explicativas sobre a função desenhar, o momento inicial que é a escrita à mão e em seguida o momento final que é o reconhecimento com a solução passo a passo.

Figura13: Captura de tela sobre a função desenhar



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 14: Captura de tela de reconhecimento da função de desenhar



Fonte: Elaborado pelo autor

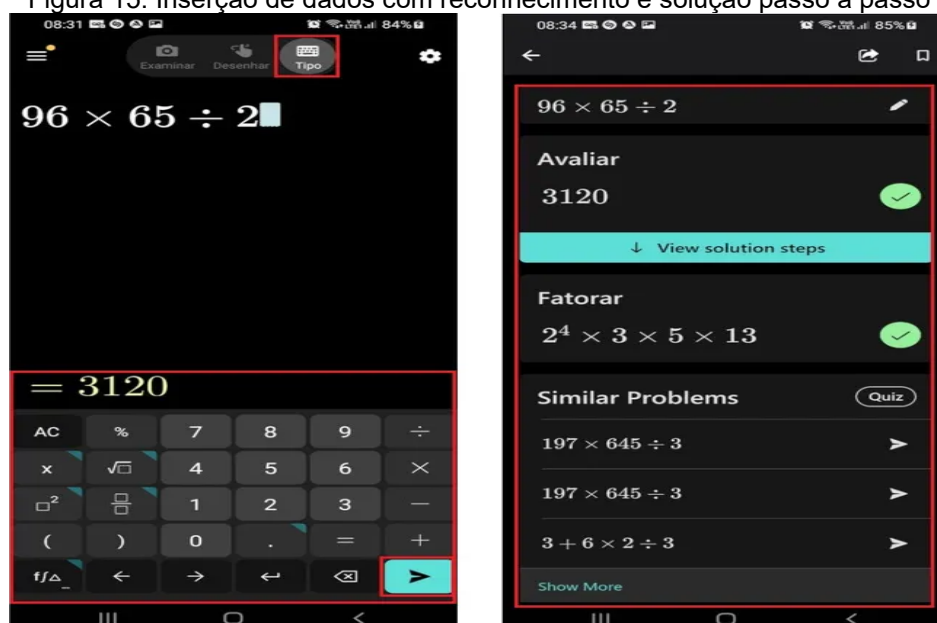
4.3 Tipo (Type)

Como o nome sugere, esta função permite que os usuários digitem um problema matemático usando o teclado de seu dispositivo. Uma vez inserido o problema, o aplicativo fornece a solução passo a Passo. Abaixo, segue algumas características desta função:

- **Teclado Matemático Especializado:** Ao optar por digitar um problema, os usuários têm acesso a um teclado matemático especializado que inclui símbolos e funções comuns e tópicos avançados de matemática como derivado e integral, facilitando a inserção de equações.
- **Sugestões e Autocompletar:** À medida que os usuários digitam, o aplicativo pode fornecer sugestões ou completar automaticamente certas funções ou fórmulas, acelerando o processo de inserção.
- **Histórico de Problemas:** O aplicativo também mantém um histórico de problemas inseridos anteriormente, permitindo que os usuários voltem e revisem soluções passadas.

Depois desta exposição, vamos ver a figura 15 sobre a função Tipo, o momento inicial que é a inserção dos dados pelo teclado matemática (figura a direita) e em seguida o momento final que é o reconhecimento com a solução passo a passo (figura a esquerda).

Figura 15: Inserção de dados com reconhecimento e solução passo a passo



Fonte: Calculadora presente no Microsoft Math Solver — Foto: Reprodução/Gabriel Pereira

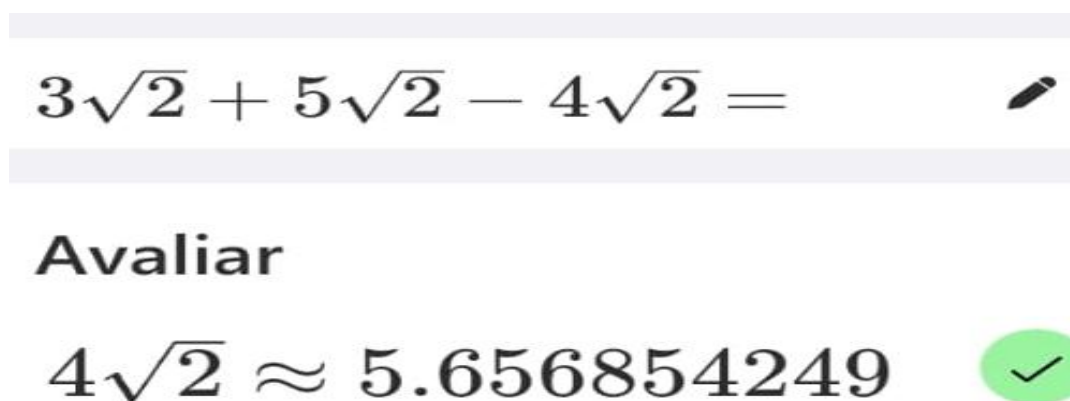
5 CARACTERÍSTICAS DO MICROSOFT MATH SOLVER

Segue abaixo as principais características do Microsoft Math Solver.

5.1 RESOLUÇÃO DE EXPRESSÕES NUMÉRICAS

O Microsoft Math Solver permite que os usuários insiram equações matemáticas, questões simples e mais complexas e, em seguida, fornece soluções matemáticas passo a passo. Isto é particularmente útil para estudantes que desejam entender como resolver exercícios matemáticos, conforme a figura 16.

Figura 16: Tela com resultado da expressão numérica pelo aplicativo Microsoft Math Soft



The screenshot shows the Microsoft Math Solver app interface. At the top, there is a light blue header bar. Below it, a math expression $3\sqrt{2} + 5\sqrt{2} - 4\sqrt{2} =$ is displayed in a large, black, serif font. To the right of the expression is a small black pencil icon. Below the expression, the word "Avaliar" is written in a bold, black, sans-serif font. Underneath "Avaliar", the numerical result $4\sqrt{2} \approx 5.656854249$ is shown in the same large, black, serif font. To the right of the result is a green circular icon with a white checkmark inside.

Fonte: Elaborado pelo autor

Observação essa palavra avaliar gerada pelo software é umas das traduções dos idiomas disponíveis na aplicação, cujo sentido mais apropriado seja de resultado e não de avaliação no sentido pedagógico.

5.2 RECONHECIMENTO DE ESCRITA À MÃO

A ferramenta oferece suporte ao reconhecimento de escrita à mão, o que significa que os usuários podem escrever problemas matemáticos diretamente na tela (Touch Screen) de seus dispositivos moveis (Celular e Tablet), e o Microsoft Math Solver irá interpretar e resolver esses problemas, conforme a figura 17.

Figura 17: Reconhecimento de escrita à mão



Fonte: TECTUDO, 2025.

5.3 SUPORTE A DIVERSOS TÓPICOS MATEMÁTICOS

O software é capaz de lidar com uma ampla variedade de tópicos matemáticos, incluindo álgebra, trigonometria, cálculo, geometria, equações, inequações, sistemas de equações, entre outros, conforme a figura 18.

Figura 18: Captura de tela do aplicativo Microsoft Math Solver



Fonte: Elaborado pelo autor

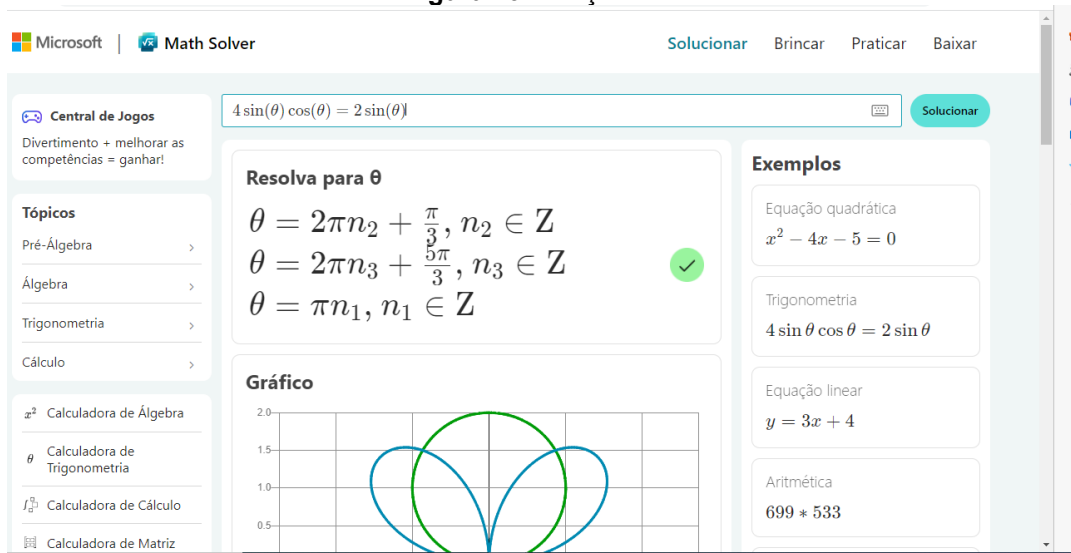
5.3.1. Tópicos Matemáticos: Vamos agora elencar os principais tópicos que estão disponíveis no software mais precisamente na função Tipo.

5.3.1.1. Trigonometria: Iremos dividir o acesso a esse tópico em duas formas: Nos dispositivos móveis e navegação Web.

5.3.1.1.1. Navegação Web: Acesse, por exemplo, o navegador Chrome e no campo pesquisar escreva: “Microsoft Math Solver”, em seguida, escreva uma equação

trigonométrica e finalmente tecele no campo SOLUCIONAR que gerará os resultados abaixo, conforme a figura 19.

Figura 19: Função seno e cosseno



Fonte: MICROSOFT, 2025

5.3.1.1.2. Dispositivos Móveis: Nos dispositivos móveis no que tange a Trigonometria, vamos dá ênfase nas funções seno, cosseno e tangente.

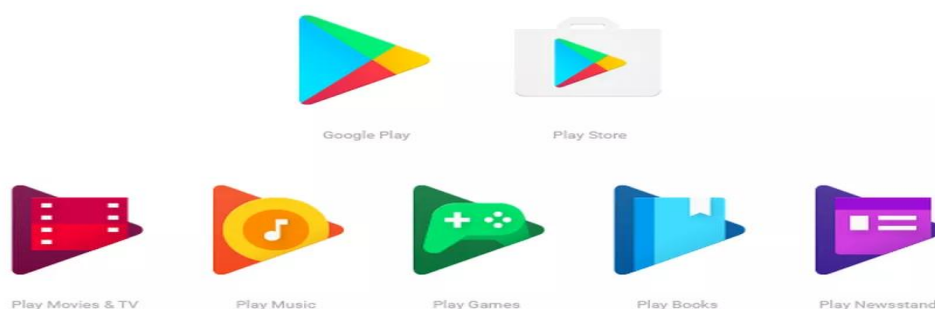
5.3.1.1.2.1. USANDO A FUNÇÃO SENO NA FUNÇÃO TIPO

Inicialmente, falaremos sobre o uso da função seno $f(x) = \sin x$ no aplicativo, fazendo uso da função TIPO.

Nos dispositivos móveis com sistema operacional Android, siga os seguir

Passo 1: Acesse o Play Store, conforme a imagem18, em seguida, pesquise sobre Microsoft Math Solver ou Solucionador de Matemática, em português. (Caminho invalido agora em 2025).O caminho válido esta no Passo2.

Figura 20: Play Store

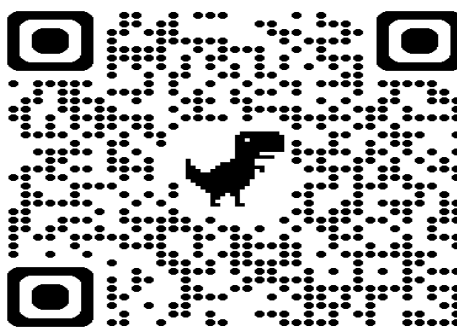


Fonte: TECHTUDO, 2025.

Passo2: Abra a loja de aplicativos da Play Store e pesquise o aplicativo no google. No aplicativo google, digite o seguinte endereço de link: <https://apkpure.com/br/microsoft.math.solver/com.microsoft.math/download>.

Leia com um aplicativo de leitura de qr code, o qr code abaixo:

Figura 21: Qr code



Fonte: Elaborado pelo autor

Passo 3: Baixe o Microsoft Math Solver ou Solucionador de Matemática.

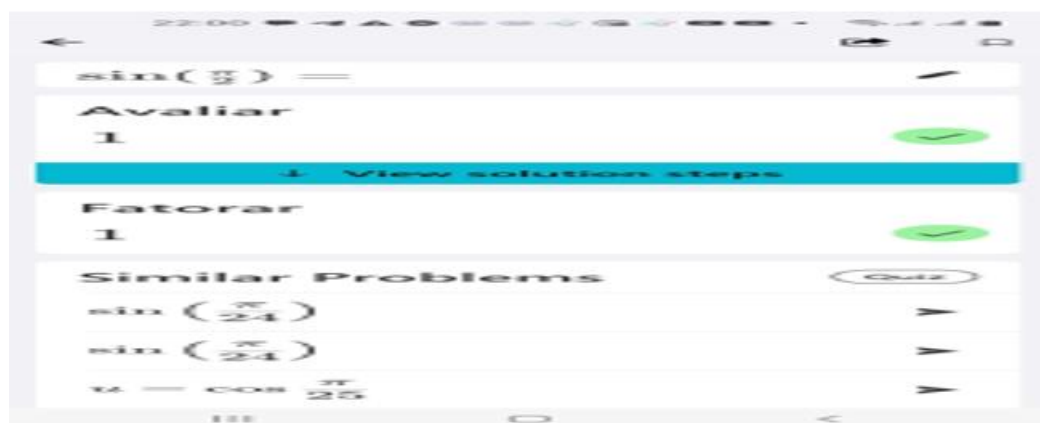
Passo 4: Abra a função TIPO e procure pelo símbolo da função Sin (), em seguida preencha com ângulo na forma de radicando a saber: $\frac{\pi}{2}$ rad de acordo com a figura 22, usando o símbolo de igual e, finalmente aperte botão de implicar ➤ para encontrarmos o resultado, conforme a figura 23.

Figura 22: Tela com resultado da função seno pelo aplicativo Microsoft Math Solver



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 23: Tela de reconhecimento da função seno do aplicativo Microsoft Math Solver



Fonte: Elaborado pelo autor

5.3.1.1.2.2. USANDO A FUNÇÃO SENO NA FUNÇÃO EXAMINAR

Vamos agora levar em consideração a função examinar aplicativo na função $f(x)=\text{sen}x$.

Siga os **Passos 1 e 2** do item 5.3.1.1.2

Passo 3 :Abra a função examinar, em seguida faça o escaneamento da função seno $f(x)=\sin(\frac{\pi}{2})$ de acordo com figura24 e, finalmente aperte o botão  implicar para encontrarmos o resultado, conforme a figura25.

Figura 24: Captura de tela da função seno na função examinar



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 25: Tela de reconhecimento da função seno



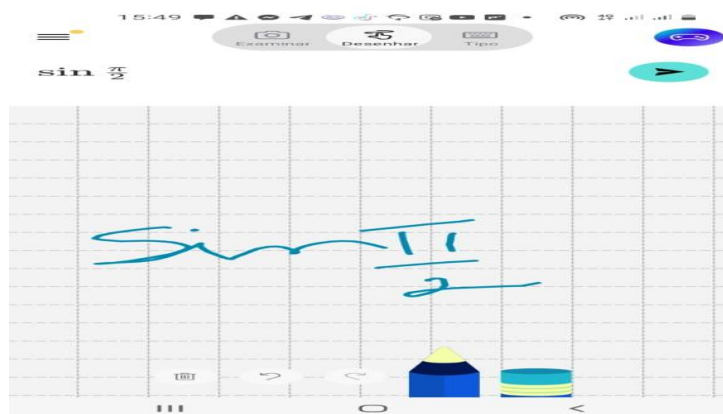
Fonte: Elaborado pelo auto

5.3.1.1.2.3. USANDO A FUNÇÃO SENO NA FUNÇÃO DESENHAR

Siga os **Passos 1 e 2** do item 5.3.1.1.2

Passo 3: Abra a função desenhar, em seguida desenhe com seus dedos a função seno da figura 26 e, finalmente aperte no botão implicar ➤ para encontrarmos o resultado, conforme a figura27.

Figura 26: Captura de tela da função seno na função desenhar



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 27: Tela de reconhecimento da função seno na função desenhar

Fonte: Elaborado pelo autor

5.3.1.1.2.4. USANDO A FUNÇÃO COSSENO NA FUNÇÃO TIPO

Siga os **Passos 1 e 2** do item 5.3.1.1.2

Passo 3: Abra a função Tipo e insira na tela a função cosseno apertando no símbolo $\cos()$, em seguida coloque dentro dos parênteses a fração, sendo que no numerador coloque π e no denominador coloque o número natural 3 de acordo com a figura 28 e, finalmente aperte no botão de implicar $\Rightarrow$ para encontrarmos o resultado, conforme a figura 29.

Figura 28: Captura de tela da função cosseno na função tipo

Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 29: Tela de reconhecimento da função cosseno na função tipo



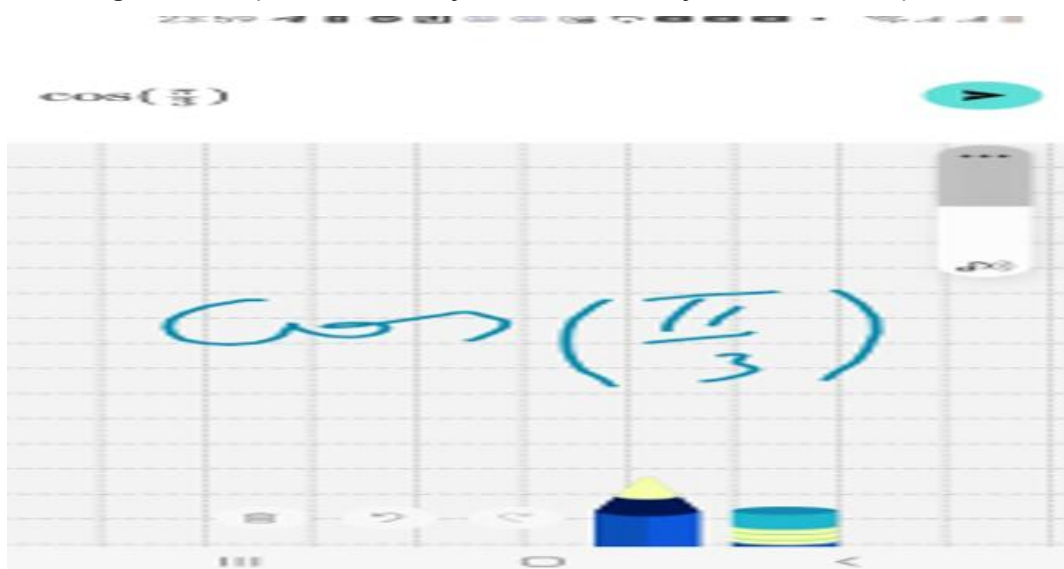
Fonte: Elaborado pelo autor

5.3.1.1.2.5. USANDO A FUNÇÃO COSSENO NA FUNÇÃO DESENHAR

Siga os **Passos 1 e 2** do item 5.3.1.1.2

Passo 3: Abra a função desenhar, em seguida desenhe com seus dedos a função tangente da figura30 e, finalmente aperte no botão implicar ➡ para encontrarmos o resultado, conforme a figura31.

Figura 30: Captura de tela função cosseno na função desenhar no aplicativo



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 31: Tela de reconhecimento da função cosseno na função tipo



Fonte: Elaborado pelo autor

5.3.1.1.2.6. USANDO A FUNÇÃO COSSENO NA FUNÇÃO EXAMINAR

Siga os **Passos 1 e 2** do item 5.3.1.1.2

Passo 3: Abra a função examinar, em seguida faça o escaneamento da função cosseno da figura32 e aperte no botão de implicar  para encontrarmos o resultado, conforme a figura33.

Figura 32: Captura de tela cosseno na função examinar do aplicativo Microsoft Math Solver



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 33: Tela de reconhecimento da função cosseno na função examinar



Fonte: Elaborado pelo autor

5.3.1.1.2.7. USANDO A FUNÇÃO TANGENTE NA FUNÇÃO TIPO

Siga os **Passos 1 e 2** do item 5.3.1.1.2

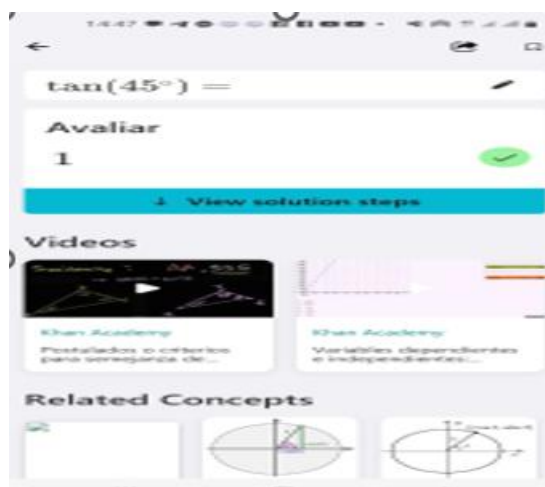
Passo 3: Abra a função Tipo, em seguida aperte no símbolo da tangente disponível nesta função, em seguida dentro dos parênteses 45° de acordo com a figura 34 e, finalmente aperte no botão de implicar ➤ para encontrarmos o resultado, conforme a figura 35.

Figura 34: Captura de tela da função tangente na função tipo



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 35: Tela de reconhecimento da função tangente



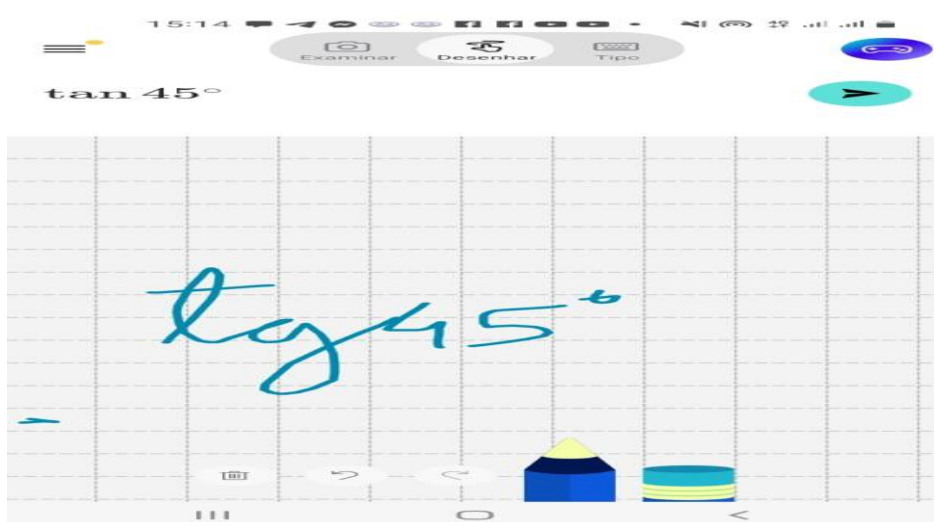
Fonte: Elaborado pelo autor

5.3.1.1.2.8. USANDO A FUNÇÃO TANGENTE NA FUNÇÃO DESENHAR

Siga os **Passos 1 e 2** do item 5.3.1.1.2

Passo 3: Abra a função desenhar, em seguida desenhe com seus dedos a função tangente da figura36 aperte no botão implicar ➡ para encontrarmos o resultado, conforme a figura37.

Figura 36: Captura de tela da função tangente na função desenhar



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 37: Tela de Reconhecimento da função tangente



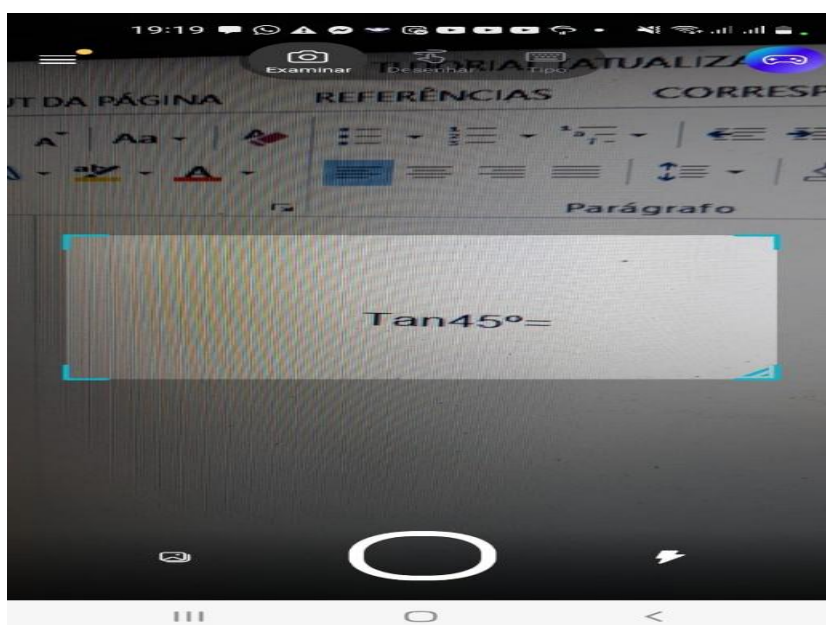
Fonte: Elaborado pelo autor

5.3.1.1.2.9. USANDO A FUNÇÃO TANGENTE NA FUNÇÃO EXAMINAR

Siga os **Passos 1 e 2** do item 5.3.1.1.2

Passo 3: Abra a função examinar e faça o escaneamento da função tangente da figura38 e finalmente aperte no botão de implicar  para encontrarmos o resultado, conforme a figura39.

Figura 38: Captura de tela da função tangente na função



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 39: Tela de Reconhecimento da função tangente

Fonte: Elaborado pelo autor

Vamos agora verificar a função logaritmo abaixo.

5.3.1.1.2.10. FUNÇÃO LOGARITMO NA FUNÇÃO TIPO

Siga os **Passos 1 e 2** do item 5.3.1.1.2

Passo 3: Abra a função Tipo e insira na tela o símbolo log (), disponível no teclado da função, em seguida coloque o número 100 dentro dos parênteses, por exemplo de acordo com a figura40 e aperte no botão de implicar ► para encontrarmos o resultado, conforme a figura41.

Figura 40: Captura de tela da função logaritmo na função tipo

Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 41: Tela de reconhecimento da função logaritmo



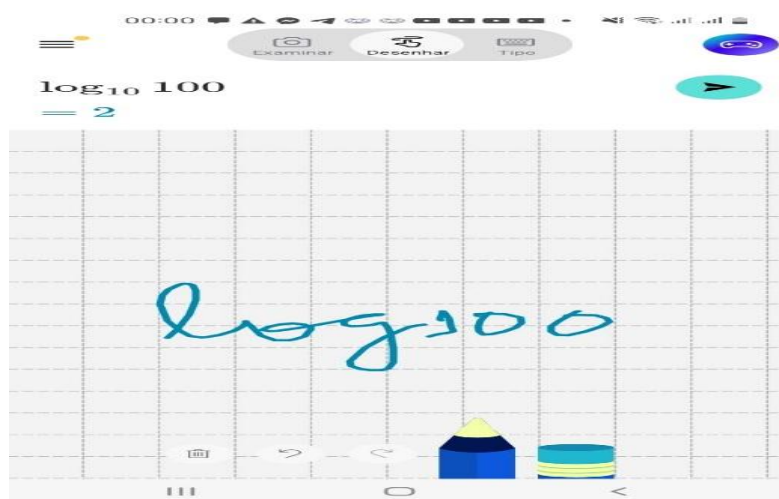
Fonte: Elaborado pelo autor

5.3.1.1.2.11. USANDO A FUNÇÃO DESENHAR NA FUNÇÃO LOGARITMO

Siga os **Passos 1 e 2** do item 5.3.1.1.2

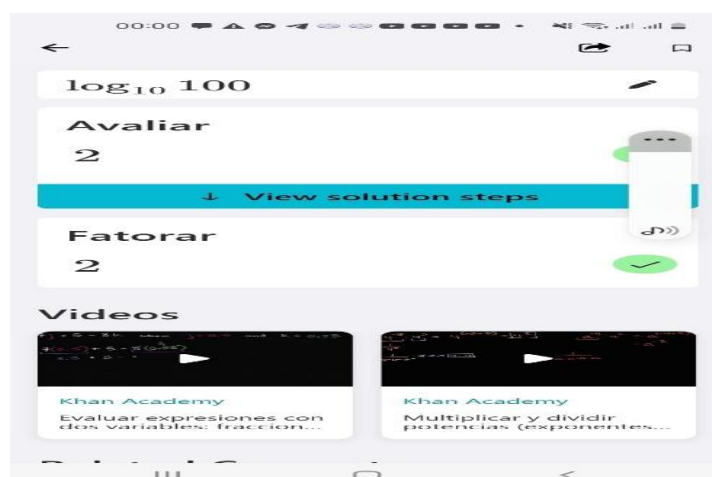
Passo 3: Abra a função desenhar, em seguida desenhe com seus dedos a função logaritmo da figura42 e finalmente aperte no botão implicar ➡ para encontrarmos o resultado, conforme a figura43.

Figura 42: Captura de tela da função logaritmo na função desenhar



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 43: Tela de reconhecimento da função logaritmo



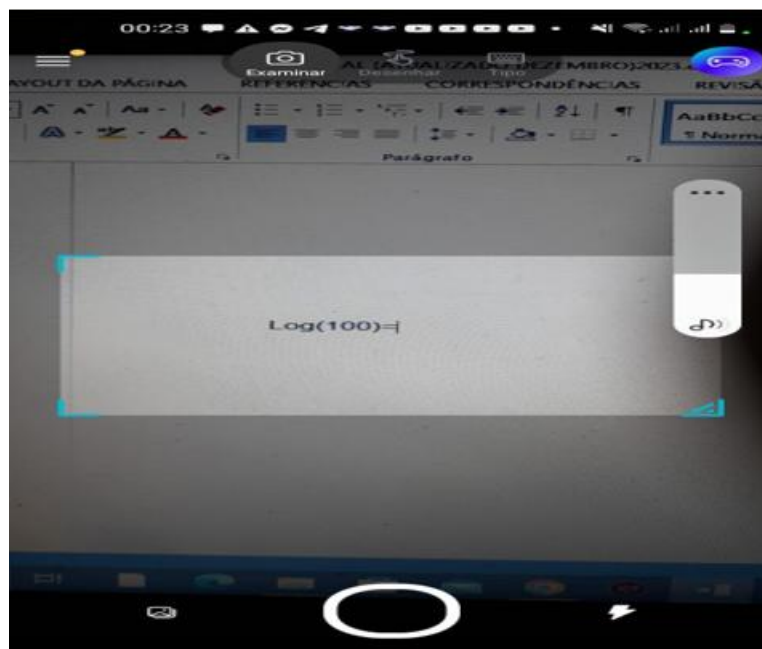
Fonte: Elaborado pelo autor

5.1.1.2.12. USANDO A FUNÇÃO EXAMINAR NA FUNÇÃO LOGARITMO

Siga os **Passos 1 e 2** do item 5.3.1.1.2

Passo 3: Abra a função examinar e faça o escaneamento da função logaritmo da figura44 e finalmente aperte no botão de implicar  para encontrarmos o resultado, conforme a figura 45.

Figura 44: Captura de tela da função logaritmo na função examinar



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 45: Tela de reconhecimento da função logaritmo



Fonte: Elaborado pelo autor

A partir de agora, vamos verificar as funções na constante de Euler, abaixo:

5.3.1.1.2.13. USANDO A FUNÇÃO TIPO NA CONSTANTE DE EULER

Siga os **Passos 1 e 2** do item 5.3.1.1.2

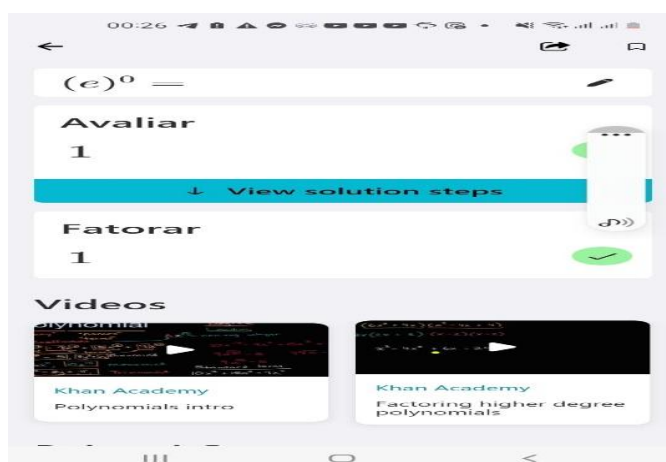
Passo 3: Abra a função Tipo e insira na tela a constante de Euler, elevado a zero de acordo com figura46 e aperte no botão de implicar  para encontrarmos o resultado, conforme a figura47.

Figura 46: Captura de tela da constante de euler na função tipo



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 47: Tela de reconhecimento da constante de euler



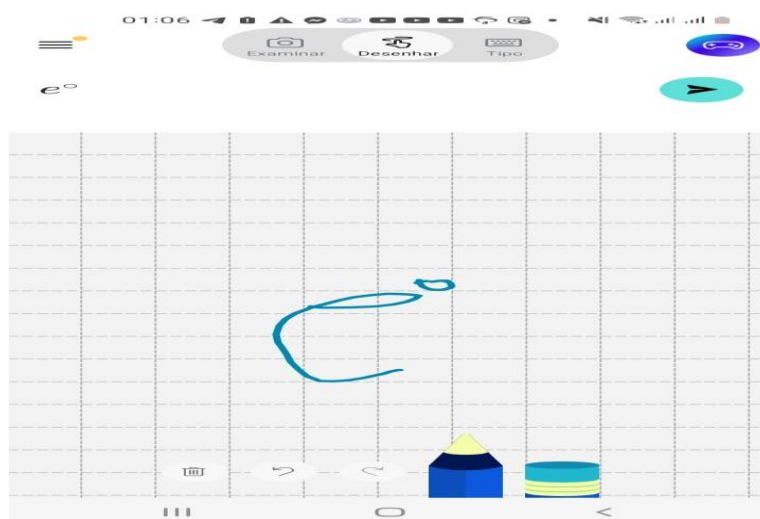
Fonte: Elaborado pelo autor

5.3.1.1.2.14. USANDO A FUNÇÃO DESENHAR NA CONSTANTE DE EULER

Siga os **Passos 1 e 2** do item 5.3.1.1.2

Passo 3: Abra a função desenhar, em seguida desenhe com seus dedos a constante de Euler da figura 48 e finalmente aperte no botão implicar ➡ para encontrarmos o resultado, conforme a figura 49.

Figura 48: Captura de tela da constante de euler na função tipo



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 49: Tela de reconhecimento da constante de Euler na função desenhar



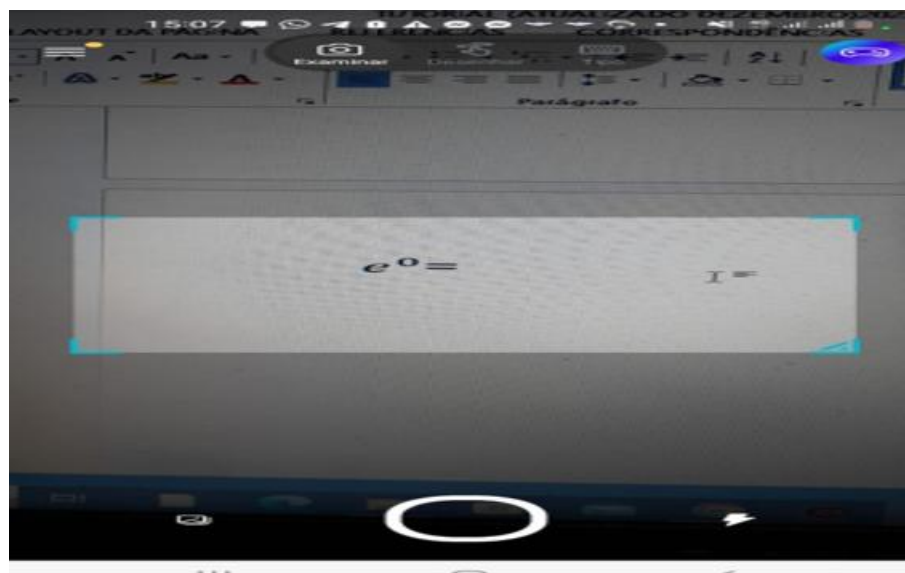
Fonte: Elaborado pelo autor

5.3.1.1.2.14. USANDO A FUNÇÃO EXAMINAR NA CONSTANTE DE EULER

Siga os **Passos 1 e 2** do item 5.3.1.1.2

Passo 3: Abra a função examinar, em seguida faça o escaneamento da constante de Euler de acordo com a figura50 e, finalmente aperte no botão de implicar  para encontrarmos o resultado, conforme a figura51.

Figura 50: Captura de tela da constante de euler na função examinar



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 51: Tela de reconhecimento da constante de Euler da função examinar



Fonte: Elaborado pelo autor

5.3.1.1.2.15. USANDO A FUNÇÃO TIPO NA FUNÇÃO COMPOSTA

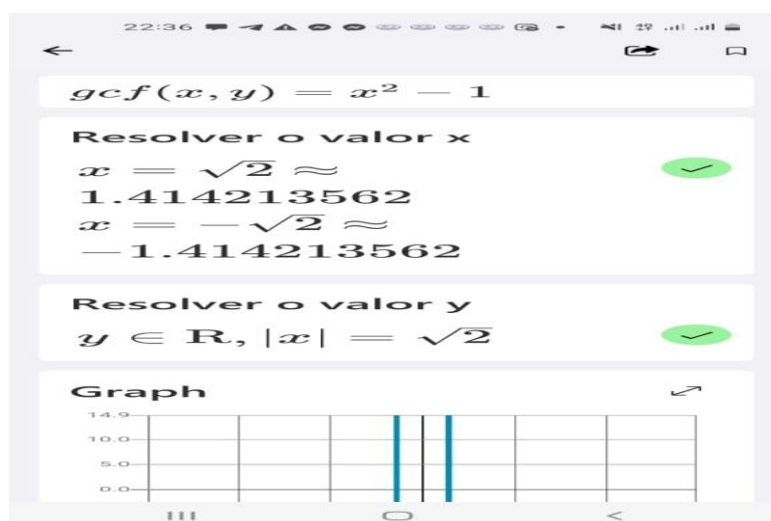
Siga os **Passos 1 e 2** do item 5.3.1.1.2

Passo 3: Abra a função Tipo e insira na tela o símbolo a função composta, em seguida preencha com x e y, respectivamente dentro dos parênteses e aperte no botão de implicar  para encontrarmos o resultado, conforme as figura52 e a figura53.

Figura 52: Captura de tela da função composta na função tipo



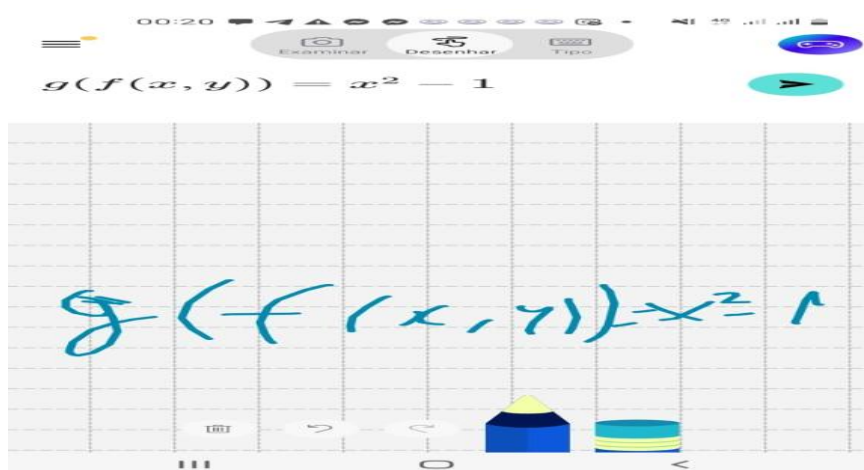
Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 53: Reconhecimento da função composta na função tipo

Fonte: Elaborado pelo autor

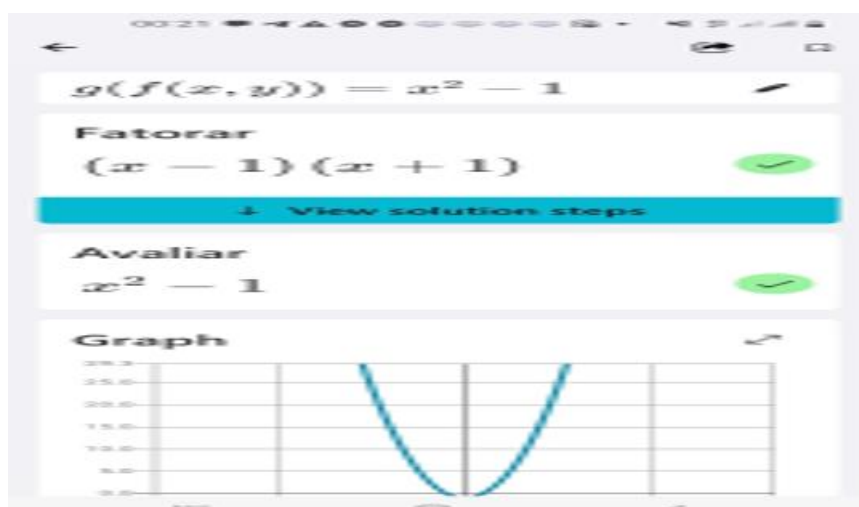
5.3.1.1.2.16. USANDO A FUNÇÃO DESENHAR NA FUNÇÃO COMPOSTASiga os **Passos 1 e 2** do item 5.3.1.1.2

Passo 3: Abra a função desenhar, em seguida desenhe com seus dedos a função logaritmo da figura 54 e finalmente aperte no botão implicar ➡ para encontrarmos o resultado, conforme a figura 55.

Figura 54: Captura de tela da função composta na função desenhar

Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 55: Tela de reconhecimento da função composta na função desenhar



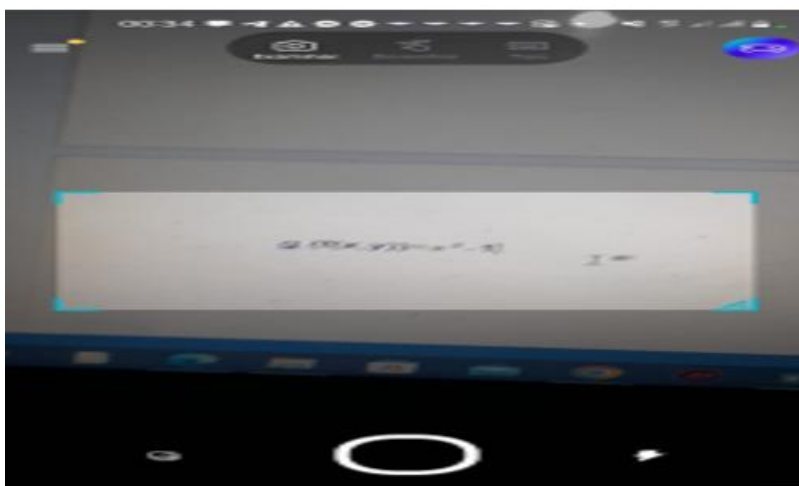
Fonte: Elaborado pelo autor

5.3.1.1.2.17. USANDO A FUNÇÃO EXAMINAR NA FUNÇÃO COMPOSTA

Siga os **Passos 1 e 2** do item 5.3.1.1.2

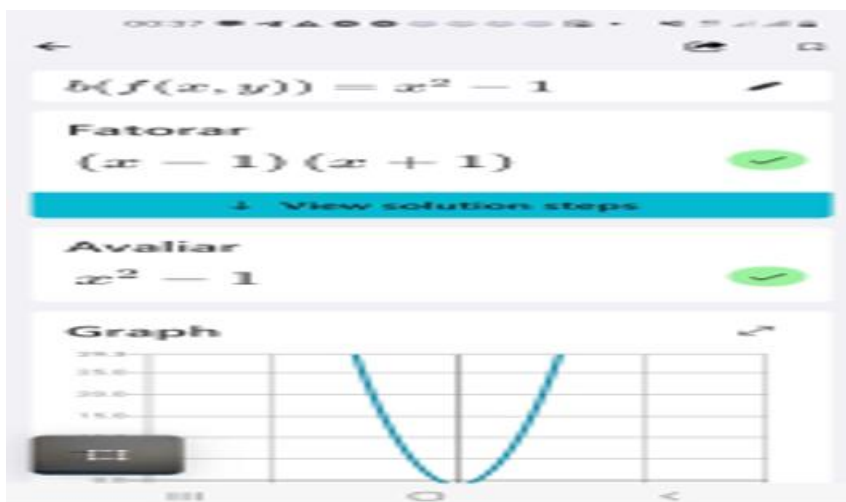
Passo 3: Abra a função examinar, em seguida faça o escaneamento da função composta de acordo com a figura56 e, finalmente aperte no botão de implicar ➡ para encontrarmos o resultado, conforme a figura57.

Figura 56: Captura de tela da função composta na função examinar



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 57: Tela de reconhecimento de função composta na função examinar



Fonte: Elaborado pelo autor

5.3.1.1.2.18. USANDO A FUNÇÃO TIPO NA PORCENTAGEM

Siga os **Passos 1 e 2** do item 5.3.1.1.2

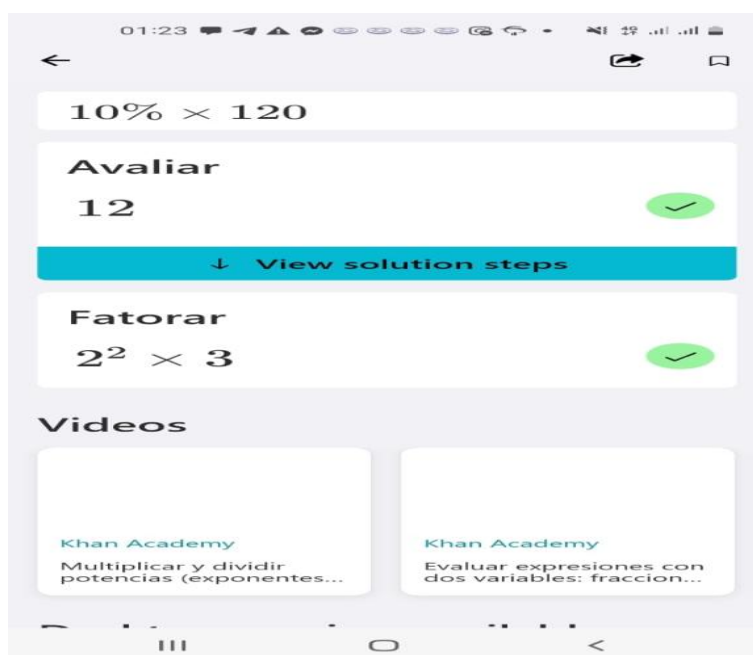
Passo 3: Abra a função Tipo e insira na tela, por exemplo, o número 10 seguido do símbolo de porcentagem, depois aperte no símbolo de vezes e por último aperte em 120, por exemplo, e aperte no botão de implicar  para encontrarmos o resultado, conforme as figura58 e figura59.

Figura 58: Captura de tela da porcentagem na função tipo



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 59: Tela de reconhecimento da porcentagem na função tipo



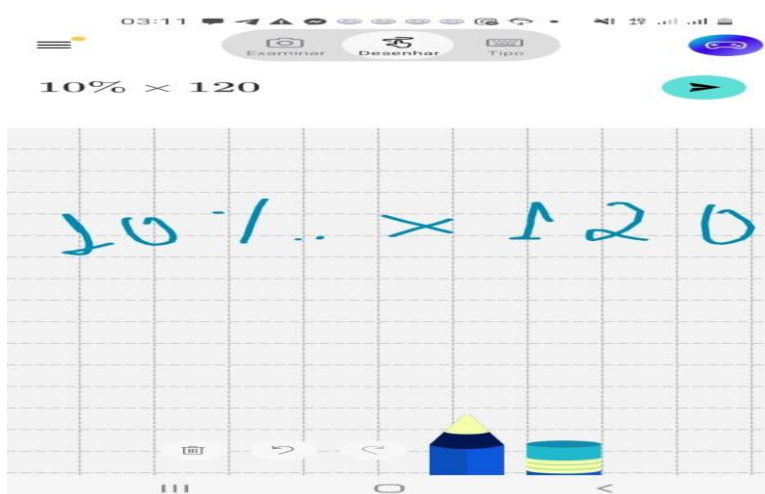
Fonte: Elaborado pelo autor

5.3.1.1.2.18. USANDO A FUNÇÃO DESENHAR NA PORCENTAGEM

Siga os **Passos 1 e 2** do item 5.3.1.1.2

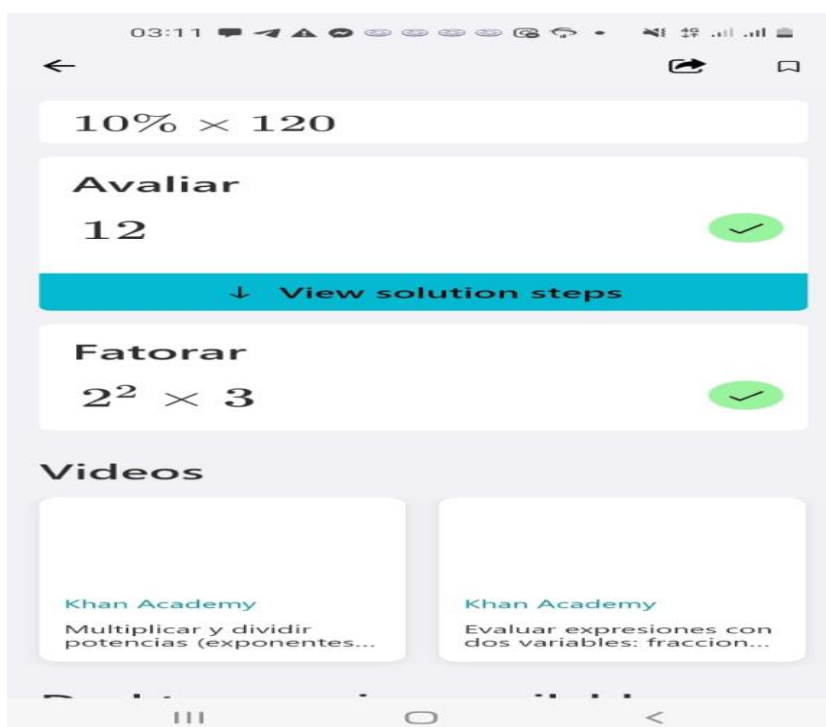
Passo 3: Abra a função desenhar, em seguida desenhe com seus dedos a operação de porcentagem da figura 60 e finalmente aperte no botão implicar ➤ para encontrarmos o resultado, conforme a figura 61.

Figura 60: Captura de tela da porcentagem na função desenhar



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 61: Tela de reconhecimento da porcentagem na função desenhar



Fonte: Elaborado pelo autor

5.3.1.1.2.19. USANDO A FUNÇÃO EXAMINAR NA PORCENTAGEM

Siga os **Passos 1 e 2** do item 5.3.1.1.2

Passo 3: Abra a função examinar, em seguida faça o escaneamento da operação de porcentagem de acordo com a figura62 e, finalmente aperte no botão de implicar  para encontrarmos o resultado, conforme a figura63.

Figura 62: Captura de tela da função porcentagem na função examinar



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 63: Tela de reconhecimento da porcentagem da função examinar



Fonte: Elaborado pelo autor

5.3.1.1.2.19. USANDO A FUNÇÃO TIPO NA OPERAÇÃO DE POTÊNCIA

Siga os **Passos 1 e 2** do item **5.3.1.1.2**

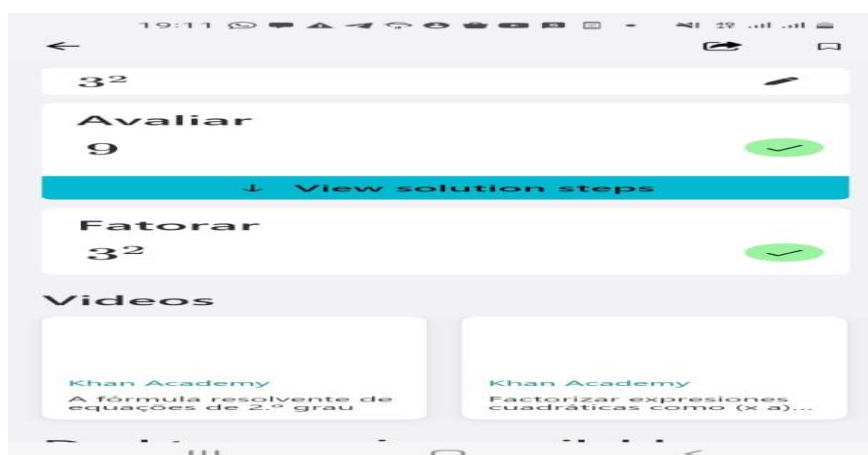
Passo 3: Abra a função Tipo e insira na tela a operação de potência, por exemplo, apertando primeiro no número 3 e em seguida no símbolo de potência ao quadrado e, finalmente aperte no botão de implicar, conforme as Figura64 e Figura65.

Figura 64: Captura de tela da operação de potência na função tipo



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 65: Tela de reconhecimento da operação de potência na função tipo



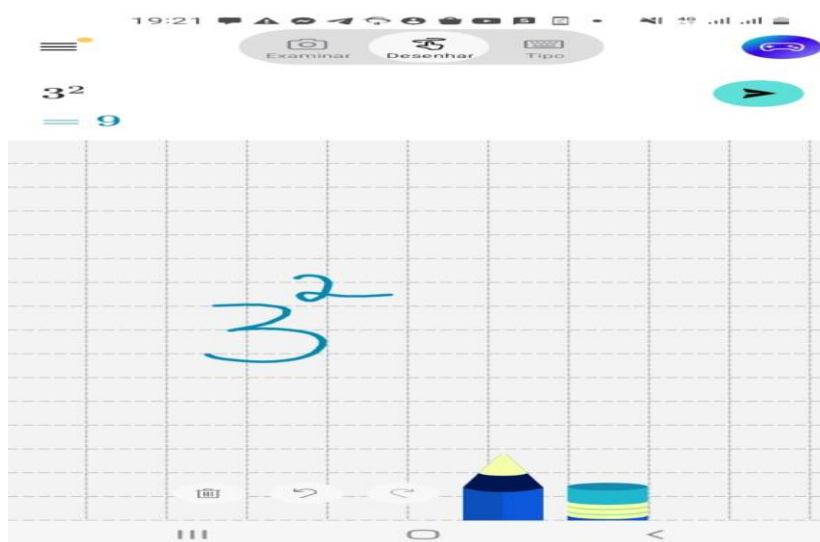
Fonte: Elaborado pelo autor

5.3.1.1.2.20. USANDO A FUNÇÃO DESENHAR NA OPERAÇÃO DE POTÊNCIA

Siga os **Passos 1 e 2** do item 5.3.1.1.2

Passo 3: Abra a função desenhar, em seguida desenhe com seus dedos a função logaritmo da figura66 e finalmente aperte no botão implicar ➡ para encontrarmos o resultado, conforme a figura67.

Figura 66: Captura de tela da operação potência na função desenhar



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 67: Tela de reconhecimento da operação de potência na função desenhar



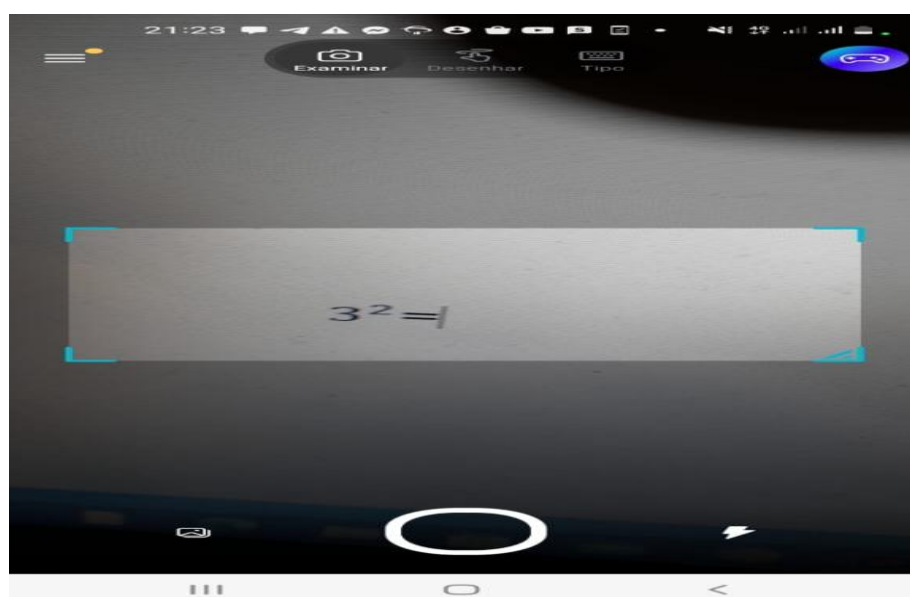
Fonte: Elaborado pelo autor

5.3.1.1.2.21. USANDO A FUNÇÃO EXAMINAR NA OPERAÇÃO DE POTÊNCIA

Siga os **Passos 1 e 2** do item 5.3.1.1.2

Passo 3: Abra a função examinar, em seguida faça o escaneamento da operação de potência de acordo com a figura68 e, finalmente aperte no botão de implicar  para encontrarmos o resultado, conforme a figura69.

Figura 68: Captura de tela da operação de potência na função examinar



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 69: Tela de reconhecimento da operação de potência na função examinar



Fonte: Elaborado pelo autor

5.3.1.1.2.22. USANDO A FUNÇÃO TIPO NA RAIZ QUADRADA

Siga os **Passos 1 e 2** do item 5.3.1.1.2

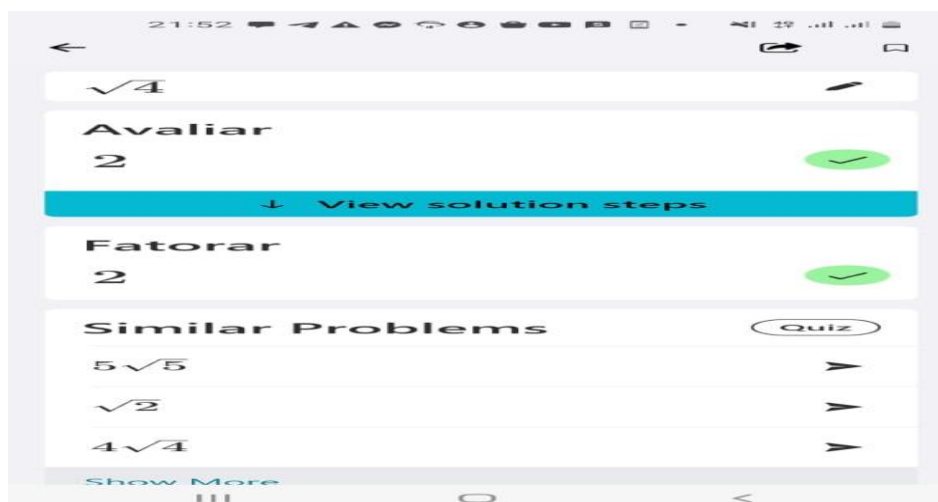
Passo 3: Abra a função Tipo e insira na tela a operação raiz quadrada (Primeiro aperte no símbolo de raiz quadrada e em seguida aperte o número 4 e, finalmente aperte no botão de implicar ➡ para encontrarmos o resultado, conforme as figura 70 e figura 71.

Figura 70: Captura de tela da operação de raiz quadrada na função tipo



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 71: Tela de reconhecimento da operação de raiz quadrada da função tipo



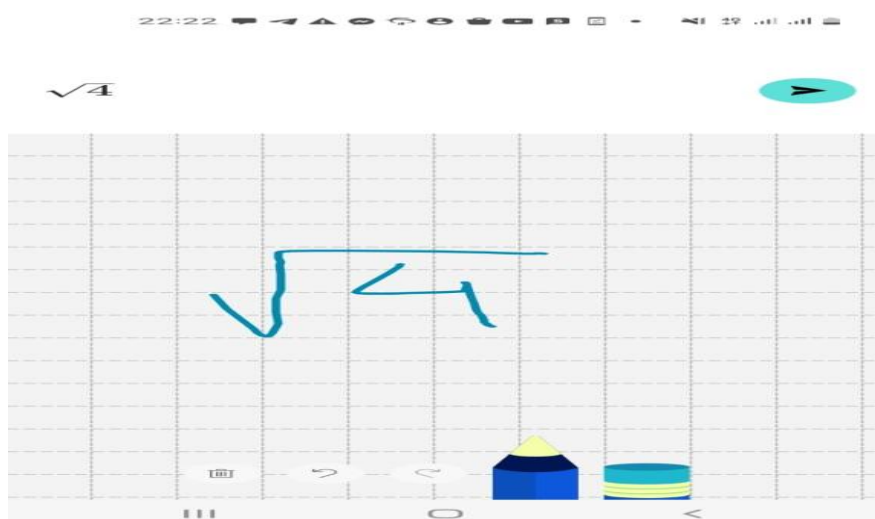
Fonte: Elaborado pelo autor

5.3.1.1.2.23. USANDO A FUNÇÃO DESENHAR NA RAIZ QUADRADA

Siga os **Passos 1 e 2** do item 5.3.1.1.2

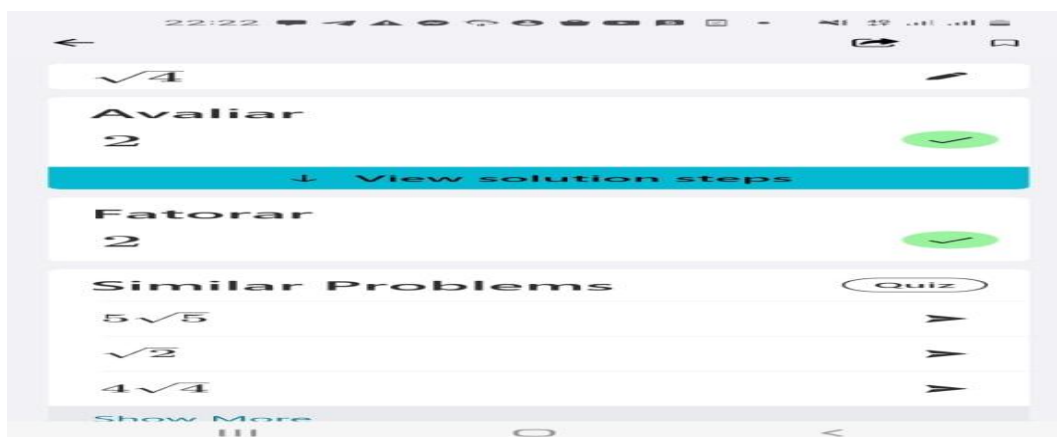
Passo 3: Abra a função desenhar, em seguida desenhe com seus dedos a função logaritmo da figura72 e finalmente aperte no botão implicar ➤ para encontrarmos o resultado, conforme a figura73.

Figura 72: Captura de tela da operação de raiz quadrada na função desenhar



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 73: Tela de reconhecimento da operação de raiz quadrada na função desenhar



Fonte: Elaborado pelo autor

5.3.1.1.2.24. USANDO A FUNÇÃO EXAMINAR NA RAIZ QUADRADA

Siga os **Passos 1 e 2** do item 5.3.1.1.2

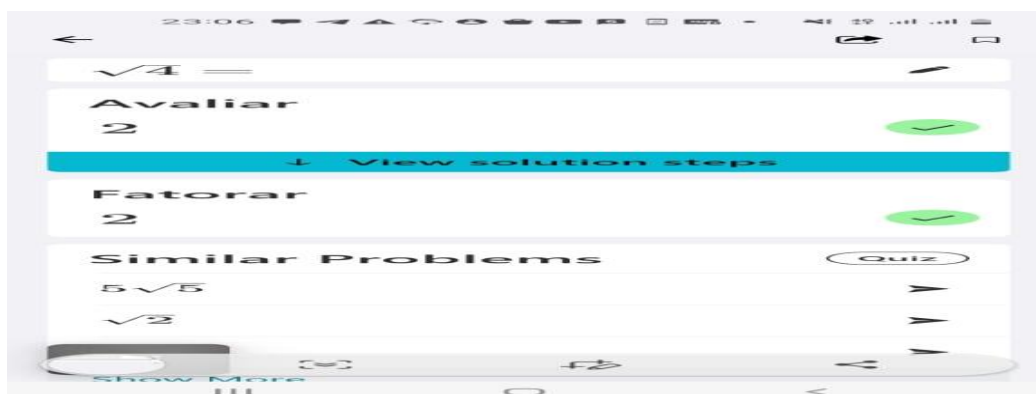
Passo 3: Abra a função examinar, em seguida faça o escaneamento da operação de raiz quadrada de acordo com a figura74 e, finalmente aperte no botão de implicar  para encontrarmos o resultado, conforme a figura75.

Figura 74: Captura de tela da operação de raiz quadrada na função examinar



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 75: Tela de reconhecimento da operação de raiz quadrada na função examinar



Fonte: Elaborado pelo autor

5.3.1.1.2.25. USANDO A FUNÇÃO TIPO NA FRAÇÃO

Siga os **Passos 1 e 2** do item 5.3.1.1.2

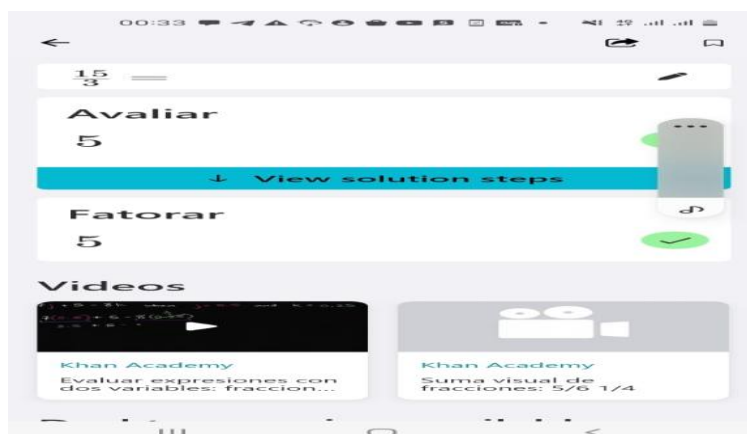
Passo 3: Abra a função Tipo e aperte no símbolo de a fração, disponível no teclado da função, em seguida coloque no numerador o 15 e no denominador o número 3, por exemplo, e, finalmente aperte no botão de implicar , conforme as figura 76 e a figura 77.

Figura 76: Captura de tela da fração na função examinar



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 77: Tela de reconhecimento da fração na função examinar



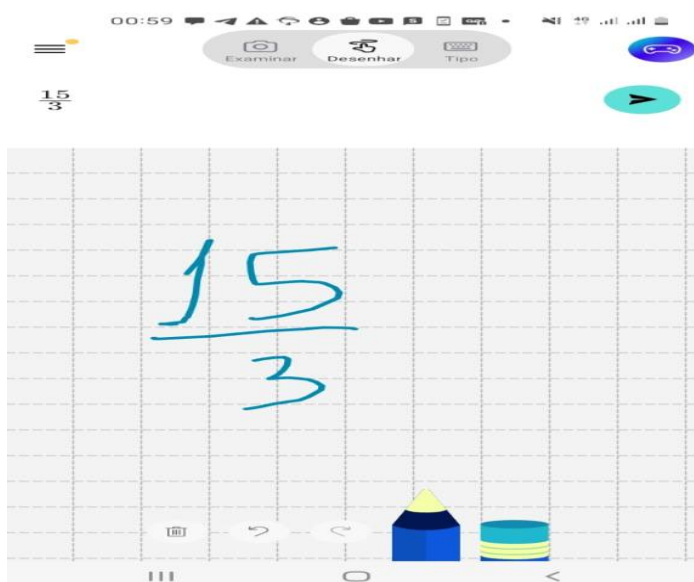
Fonte: Elaborado pelo autor

5.3.1.1.2.26. USANDO A FUNÇÃO DESENHAR NA FRAÇÃO

Siga os **Passos 1 e 2** do item 5.3.1.1.2

Passo 3: Abra a função desenhar, em seguida desenhe com seus dedos a fração da figura78 e finalmente aperte no botão implicar ➤ para encontrarmos o resultado, conforme a figura79.

Figura 78: Captura de tela da fração na função desenhar



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 79: Tela de reconhecimento de fração na função desenhar



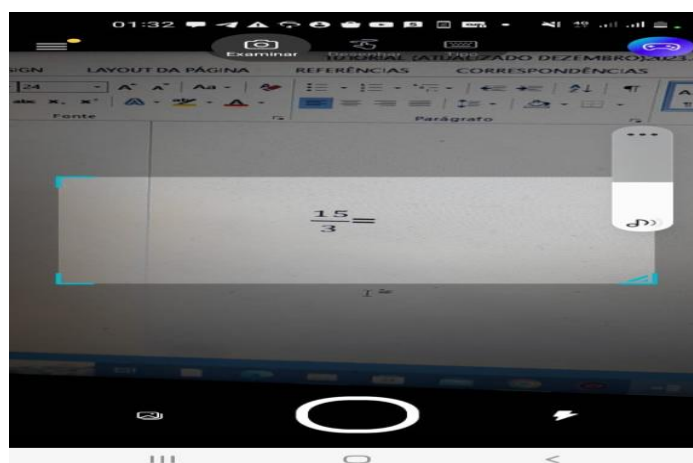
Fonte: Elaborado pelo autor

5.3.1.1.2.27. USANDO A FUNÇÃO EXAMINAR NA FRAÇÃO

Siga os **Passos 1 e 2** do item 5.3.1.1.2

Passo 3: Abra a função examinar, em seguida faça o escaneamento da fração de acordo com a figura 80 e, finalmente aperte no botão de implicar  para encontrarmos o resultado, conforme a figura 81.

Figura 80: Captura de tela da fração na função examinar



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 81: Tela de reconhecimento da fração na função examinar



Fonte: Elaborado pelo autor

5.3.1.1.2.28. USANDO A FUNÇÃO TIPO EM EXPRESSÕES NUMÉRICAS

Siga os **Passos 1 e 2** do item 5.3.1.1.2

Passo 3: Abra a função Tipo e tecele no teclado disponível na função para formar uma expressão numérica de acordo com a figura 82, finalmente aperte no botão de implicar

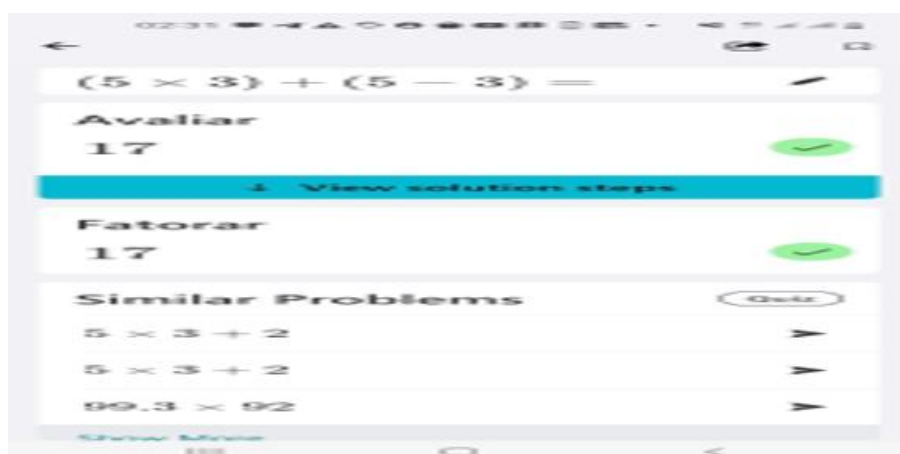
 para encontrarmos o resultado da expressão, conforme a figura 83.

Figura 82: Captura de tela de expressões numéricas na função tipo



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 83: Tela de reconhecimento de expressões numéricas na função tipo



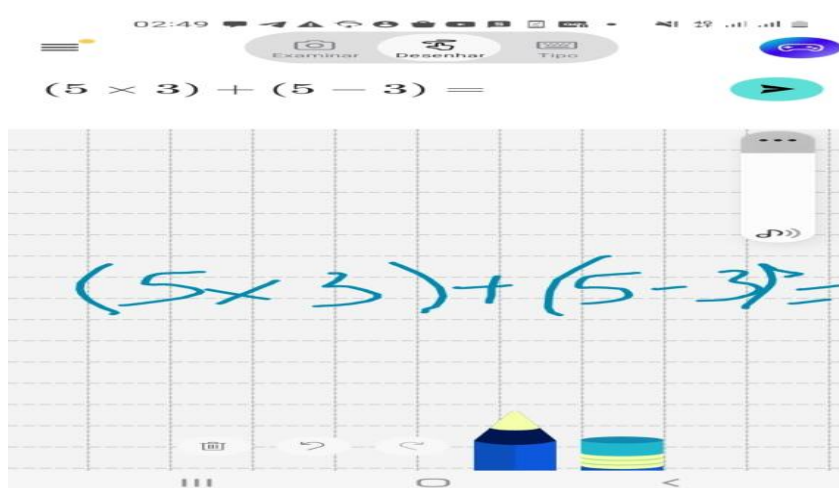
Fonte: Elaborado pelo autor

5.3.1.1.2.29. USANDO A FUNÇÃO DESENHAR EM EXPRESSÕES NUMÉRICAS

Siga os **Passos 1 e 2** do item 5.3.1.1.2

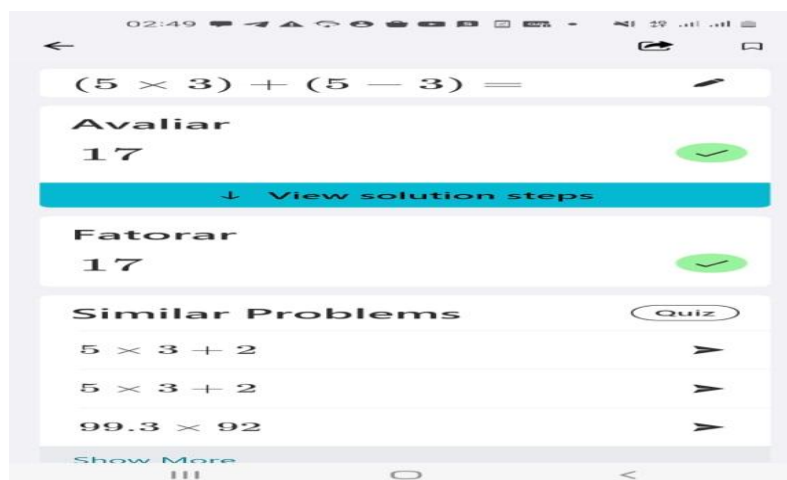
Passo 3: Abra a função desenhar, em seguida desenhe com seus dedos a expressão numérica da figura84 e finalmente aperte no botão implicar ➡ para encontrarmos o resultado, conforme a figura85.

Figura 84: Captura de tela de expressões numéricas na função desenhar



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 85: Tela de reconhecimento de expressões numéricas



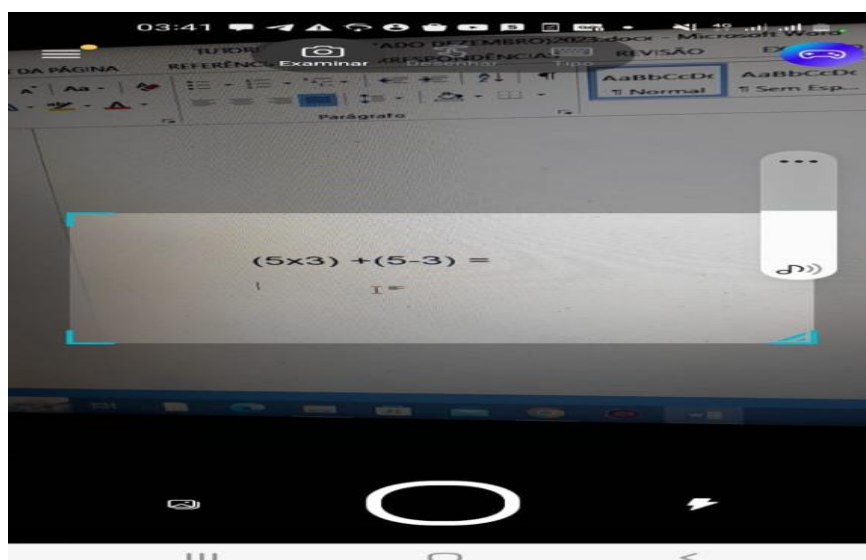
Fonte: Elaborado pelo autor

5.3.1.1.2.30. USANDO A FUNÇÃO EXAMINAR EM EXPRESSÕES NUMÉRICAS

Siga os **Passos 1 e 2** do item 5.3.1.1.2

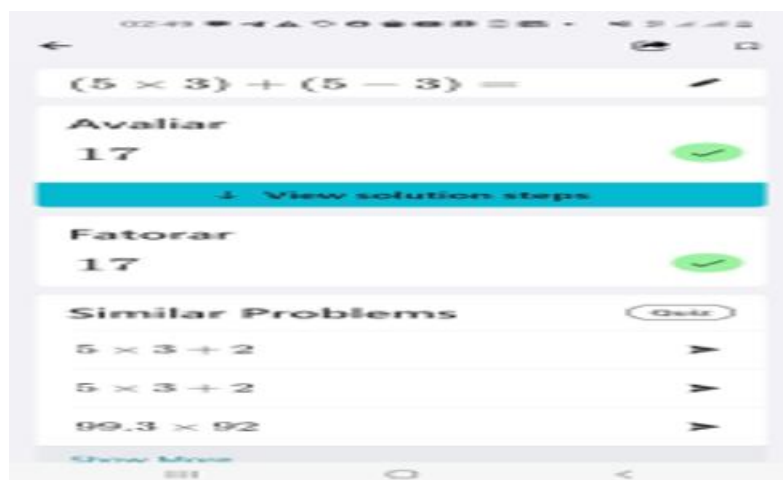
Passo 3: Abra a função examinar, em seguida faça o escaneamento da expressão numérica de acordo com a figura 86 e, finalmente aperte no botão de implicar  para encontrarmos o resultado da expressão, conforme a figura 87.

Figura 86: Captura de tela de expressões numéricas na função examinar



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 87: Tela de reconhecimento de expressões numéricas



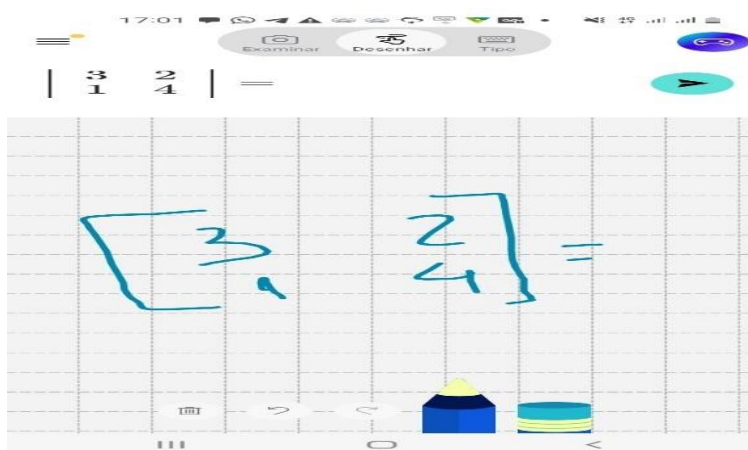
Fonte: Elaborado pelo autor

5.3.1.1.2.31. USANDO A FUNÇÃO DESENHAR EM DETERMINANTE

Siga os **Passos 1 e 2** do item 5.3.1.1.2

Passo 3: Abra a função desenhar, em seguida desenhe com seus dedos a função logaritmo da figura 88 e finalmente aperte no botão implicar ➡ para encontrarmos o resultado, conforme a figura 89.

Figura 88: Captura de tela de Determinante na função desenhar



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 89: Tela de reconhecimento de determinante na função desenhar



Fonte: Elaborado pelo autor

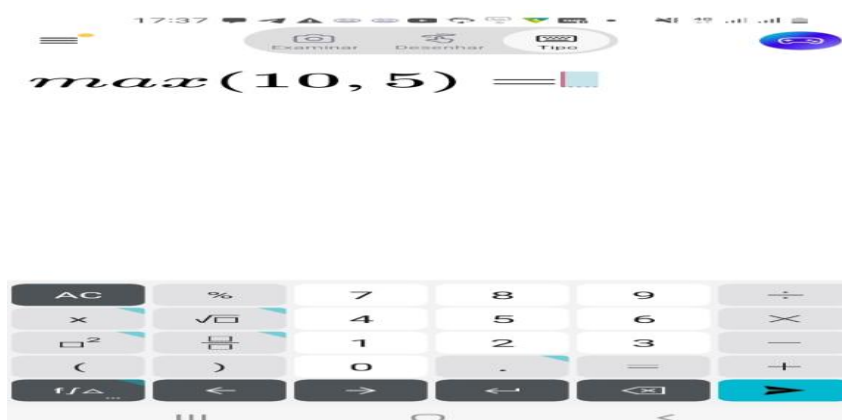
Observação: Tentamos o uso das funções Examinar e Tipo nos Determinantes, mas por questões de disponibilidade e dificuldades de reconhecimento da operação não foi possível.

5.3.1.1.2.32. USANDO A FUNÇÃO TIPO NA FUNÇÃO MÁXIMO

Siga os **Passos 1 e 2** do item 5.3.1.1.2

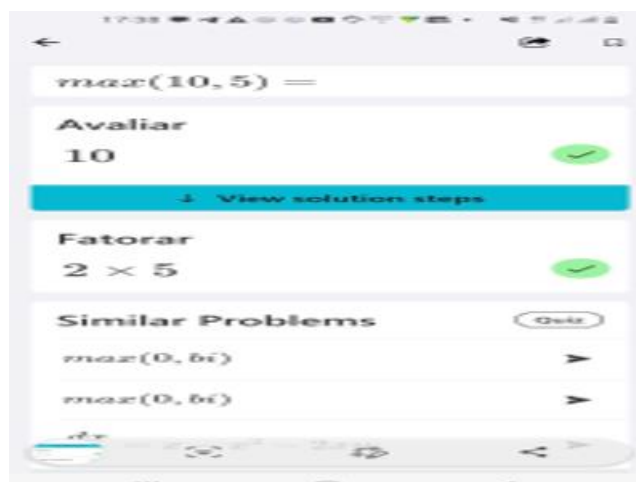
Passo 3: Abra a função Tipo e tecle no símbolo da função máximo presente no teclado desta função Tipo, em seguida preencha com os números 10 e 5 dentro dos parênteses, por exemplo e, finalmente aperte no botão de implicar , conforme as figura 90 e figura 91.

Figura 90: Captura de tela da função máximo na função tipo



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 91: Tela de reconhecimento da função máximo na função tipo



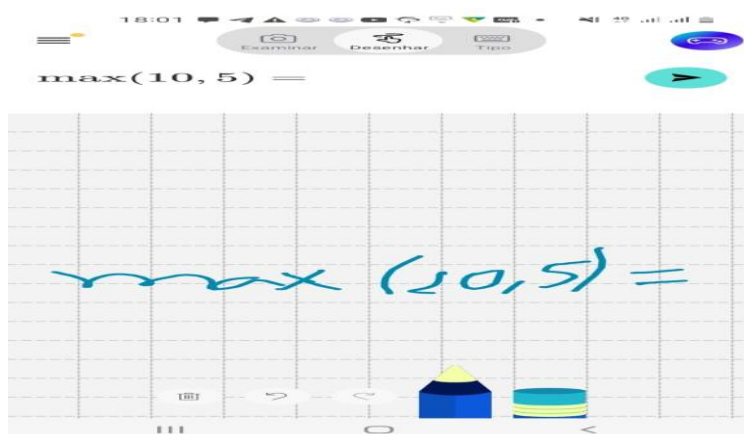
Fonte: Elaborado pelo autor

5.3.1.1.2.33. USANDO A FUNÇÃO DESENHAR NA FUNÇÃO MÁXIMO

Siga os **Passos 1 e 2** do item 5.3.1.1.2

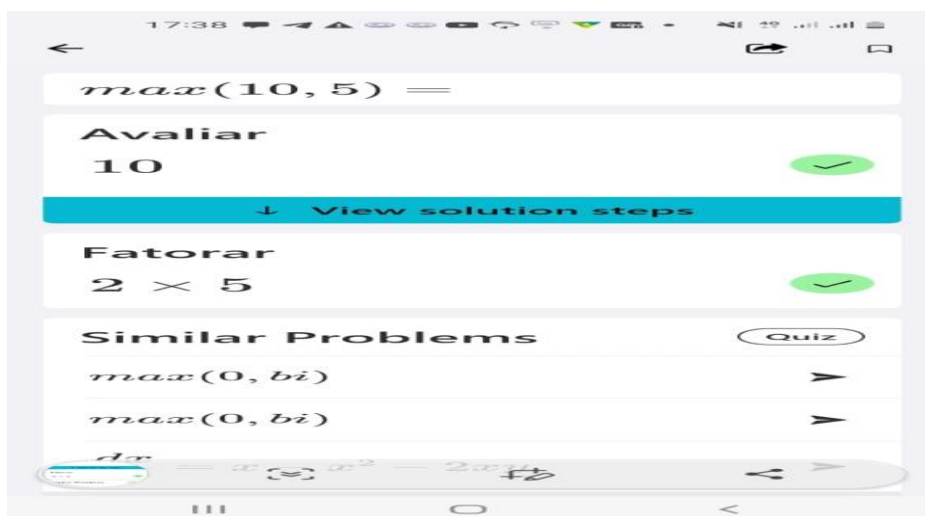
Passo 3: Abra a função desenhar, em seguida desenhe com seus dedos a função logaritmo da figura 92 e finalmente aperte no botão implicar ➡ para encontrarmos o resultado, conforme a figura 93.

Figura 92: Captura de tela da função máximo na função desenhar



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 93: Tela de reconhecimento da função máximo na função desenhar



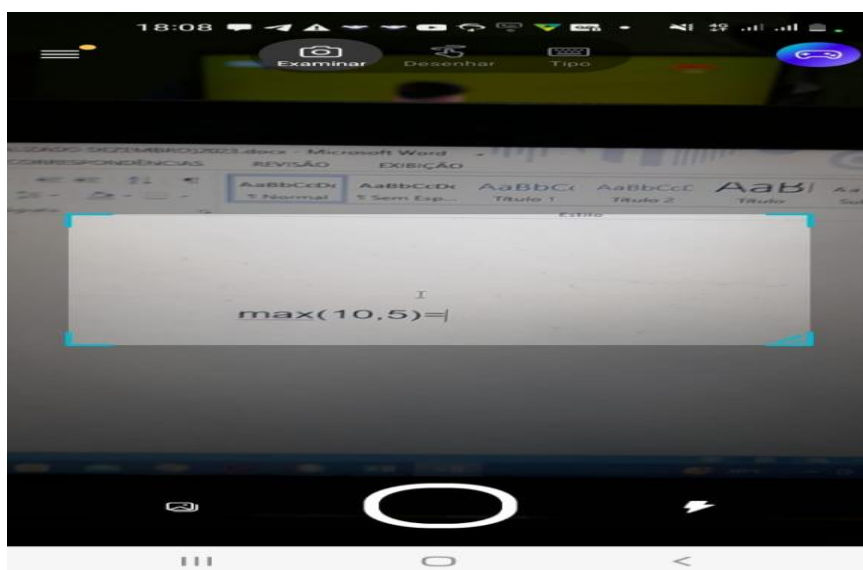
Fonte: Elaborado pelo autor

5.3.1.1.2.34. USANDO A FUNÇÃO EXAMINAR NA FUNÇÃO MÁXIMO

Siga os **Passos 1 e 2** do item 5.3.1.1.2

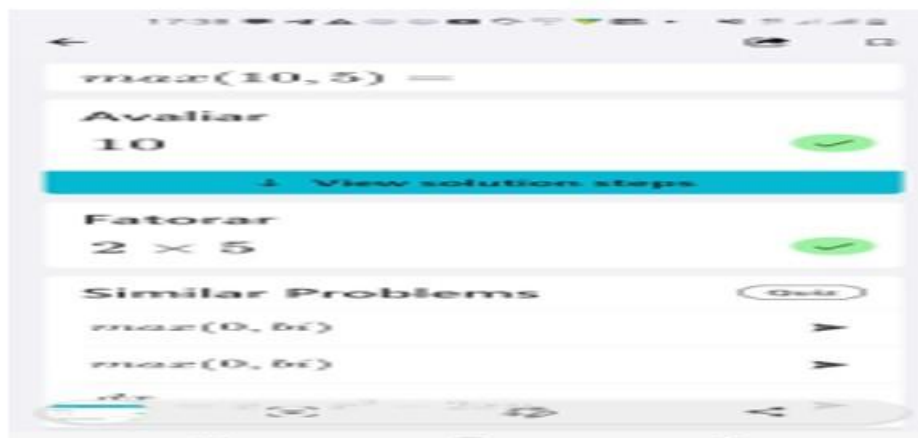
Passo 3: Abra a função examinar, em seguida faça o escaneamento da operação de porcentagem de acordo com a figura94 e, finalmente aperte no botão de implicar  para encontrarmos o resultado, conforme a figura95.

Figura 94: Captura de tela da função máximo quadrada na função examinar



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 95: Tela de reconhecimento da função máximo na função examinar



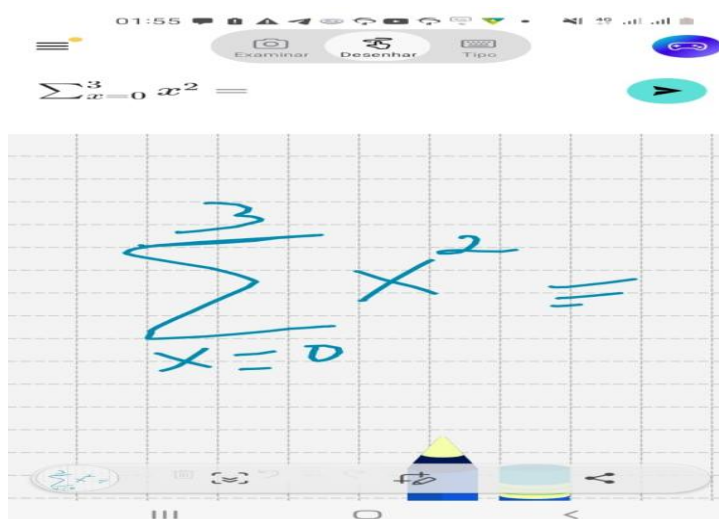
Fonte: Elaborado pelo autor

5.3.1.1.2.35. USANDO A FUNÇÃO DESENHAR NO SOMATÓRIO

Siga os **Passos 1 e 2** do item 5.3.1.1.2

Passo 3: Abra a função desenhar, em seguida desenhe com seus dedos o somatório da figura96 e, finalmente aperte no botão implicar ➡ para encontrarmos o resultado, conforme a figura 97.

Figura 96: Captura de tela do somatório na função desenhar



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 97: Tela de reconhecimento do somatório da função desenhar



Fonte: Elaborado pelo autor

5.3.1.1.2.36. USANDO A FUNÇÃO EXAMINAR NO SOMATÓRIO

Siga os **Passos 1 e 2** do item 5.3.1.1.2

Passo 3: Abra a função examinar e faça o escaneamento do somatório da figura98, e finalmente aperte no botão de implicar  para encontrarmos o resultado, conforme a figura 99.

Figura 98: Captura de tela do somatório na função examinar



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 99: Tela de reconhecimento do somatório na função examinar



Fonte: Elaborado pelo autor

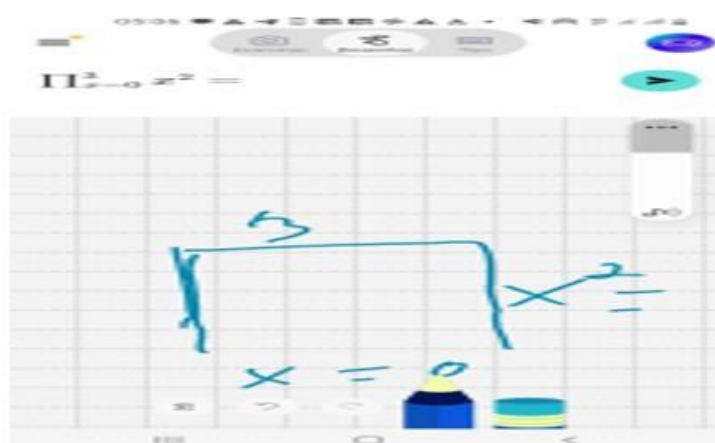
Sobre a função Tipo no somatório enfrentamos problemas de execução do aplicativo que indicava erro em todas nossas tentativas de obter a exibição do resultado.

5.3.1.1.2.37. USANDO A FUNÇÃO DESENHAR NO PRODUTÓRIO

Siga os **Passos 1 e 2** do item 5.3.1.1.2

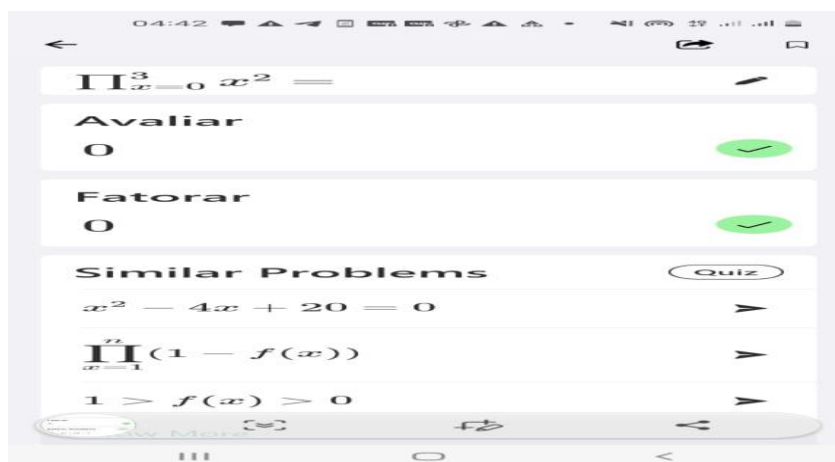
Passo 3: Abra a função desenhar e seguida desenhe o produtório com sua mão de acordo com a figura 100, e finalmente aperte no botão de implicar ➡ para encontrarmos o resultado, conforme a figura 101.

Figura 100: Captura de tela no produtório na função desenhar



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 101: Tela de reconhecimento de produtório na função desenhar



Fonte: Elaborado pelo autor

5.3.1.1.2.38. USANDO A FUNÇÃO EXAMINAR NO PRODUTÓRIO

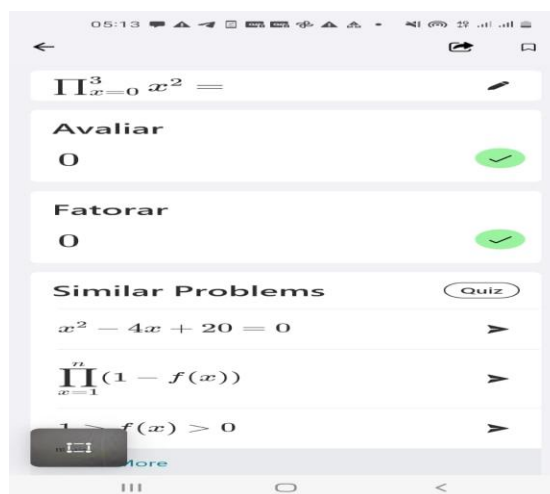
Siga os **Passos 1 e 2** do item 5.3.1.1.2

Passo 3: Abra a função examinar e faça o escaneamento do produtório da figura 102, e finalmente aperte no botão de implicar  para encontrarmos o resultado, conforme a figura 103.

Figura 102: Captura de tela produtório na função examinar



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 103: Tela de reconhecimento de produtório

Fonte: Elaborado pelo autor

Fizemos várias tentativas para usarmos a função Tipo no produtório não obtivemos êxito.

5.3.1.1.2.39. USANDO A FUNÇÃO TIPO NO FATORIAL

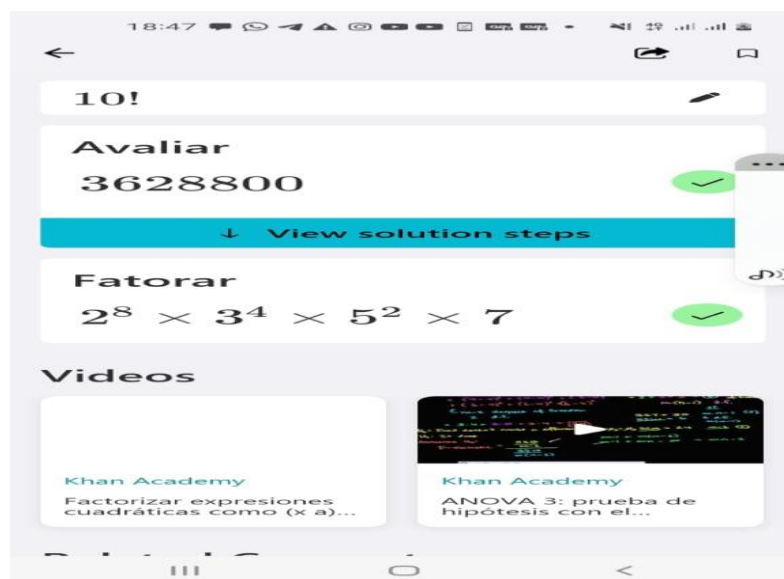
Siga os **Passos 1 e 2** do item 5.3.1.1.2

Passo 3: Abra a função Tipo e insira na tela um número natural, exemplo o 10, em sequência acione o símbolo de fatorial, e finalmente aperte no botão de implicar ➤ para encontrarmos o resultado, conforme as figura104 e figura105.

Figura 104: Captura de tela do fatorial na função tipo

Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 105: Tela de reconhecimento do fatorial na função tipo



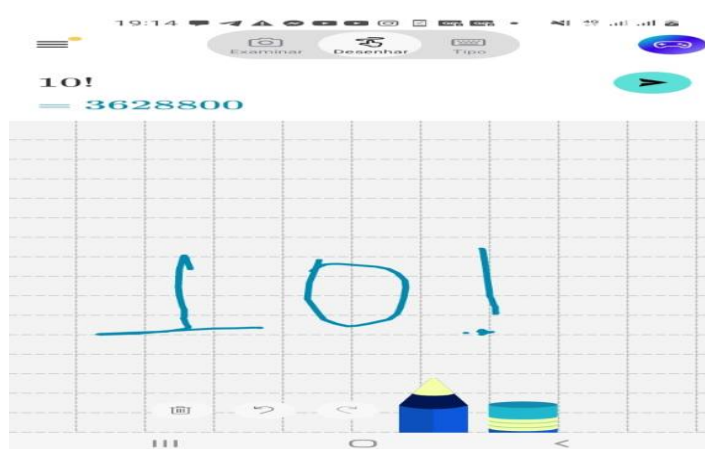
Fonte: Elaborado pelo autor

5.3.1.1.2.40. USANDO A FUNÇÃO DESENHAR NO FATORIAL

Siga os **Passos 1 e 2** do item 5.3.1.1.2

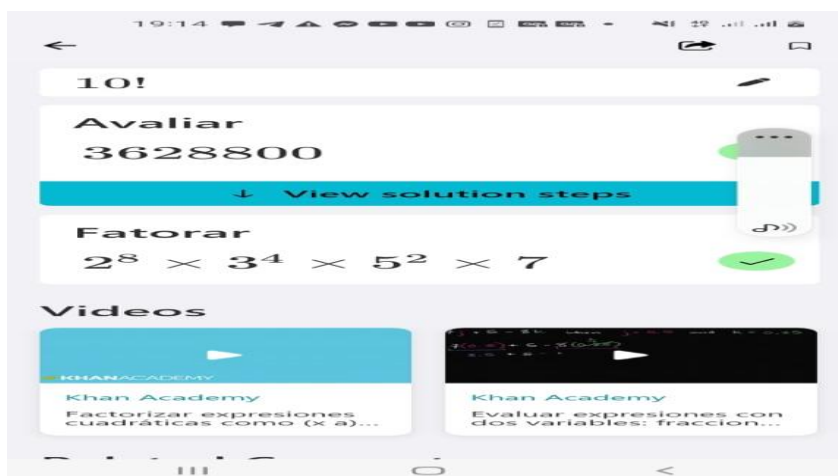
Passo 3: Abra a função desenhar e seguida desenhe com a mão um número natural, exemplo o 10, junto com o símbolo de fatorial, e finalmente aperte no botão de implicar ➡, conforme as figura 106 e figura 107.

Figura 106: Captura de tela do fatorial na função desenhar



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 107: Teste de reconhecimento do fatorial na função desenhar



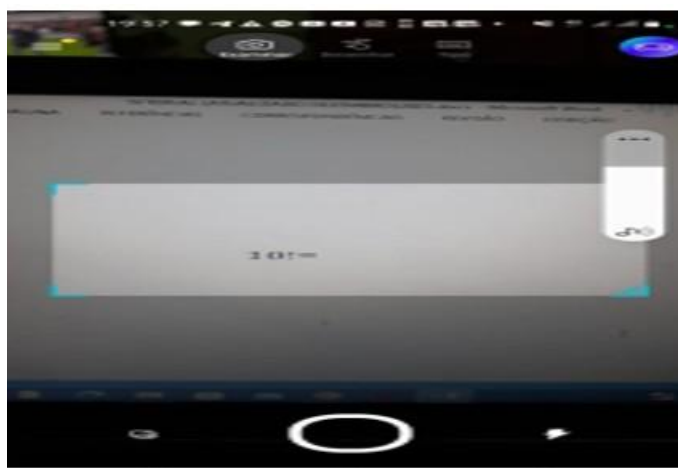
Fonte: Elaborado pelo autor

5.3.1.1.2.41. USANDO A FUNÇÃO EXAMINAR NO FATORIAL

Siga os **Passos 1 e 2** do item 5.3.1.1.2

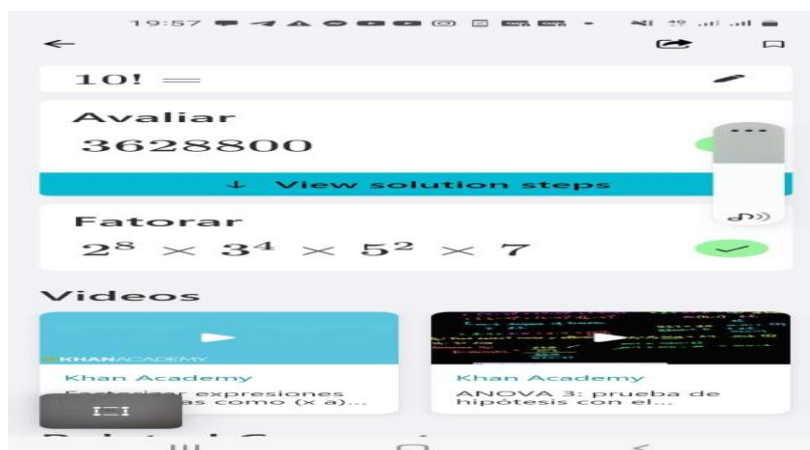
Passo 3: Abra a função examinar e faça o escaneamento do fatorial, e finalmente aperte no botão de implicar  para encontrarmos o resultado, conforme as figura 108 e figura 109.

Figura 108: Captura de tela do fatorial na função examinar



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 109: Tela de reconhecimento do fatorial na função examinar



Fonte: Elaborado pelo autor

5.3.1.1.2.42. USANDO A FUNÇÃO TIPO NA DERIVADA

Siga os **Passos 1 e 2** do item 5.3.1.1.2

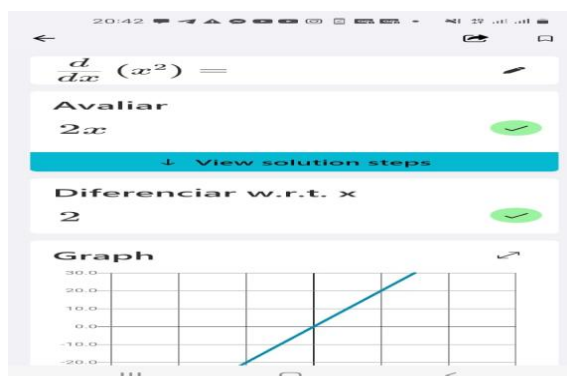
Passo 3: Abra a função Tipo e insira na tela o símbolo da definição de derivada, disponível nesta função, em seguida acione por exemplo a variável x junto com o símbolo de quadrado para encontramos a derivada da função x^2 , e finalmente aperte no botão de implicar ➡ para encontrarmos o resultado, conforme as figura110 e figura111.

Figura 110: Captura de tela da derivada na função tipo



Fonte: Elaborada pelo autor

Figura 111: Tela de reconhecimento da derivada na função tipo



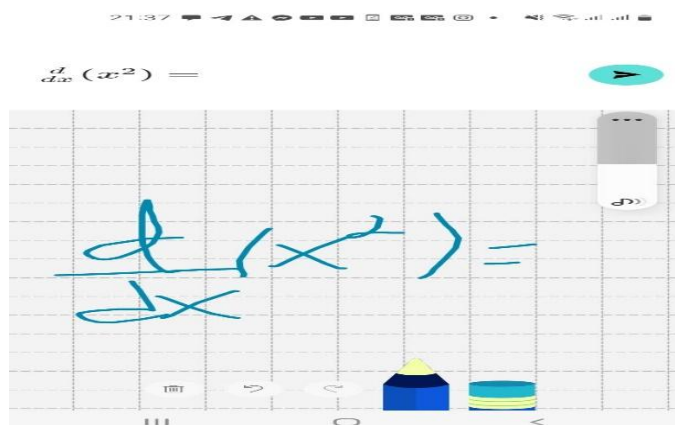
Fonte: Elaborado pelo autor

5.3.1.1.2.43. USANDO A FUNÇÃO DESENHAR NA DERIVADA

Siga os **Passos 1 e 2** do item 5.3.1.1.2

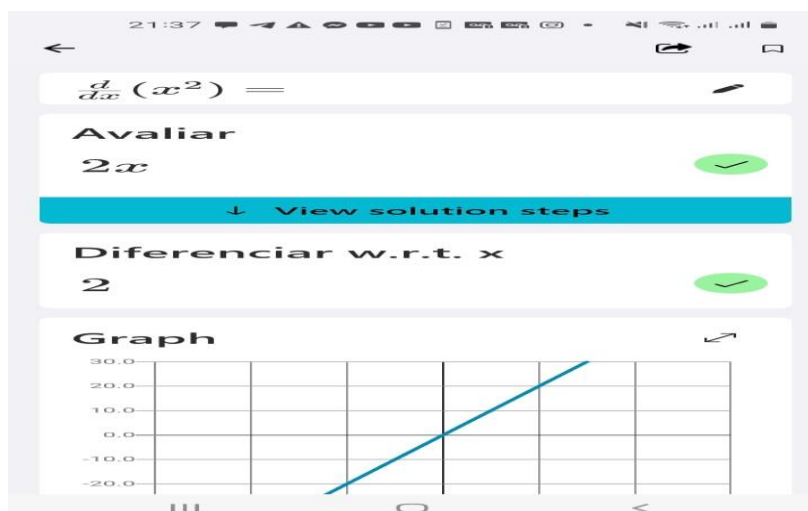
Passo 3: Abra a função desenhar e desenhe a derivada da função x^2 , e finalmente aperte no botão de implicar ➡ para encontrarmos o resultado, conforme as figura 112 e figura 113.

Figura 112: Captura de tela da derivada na função desenhar



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 113: Tela de reconhecimento da derivada na função desenhar



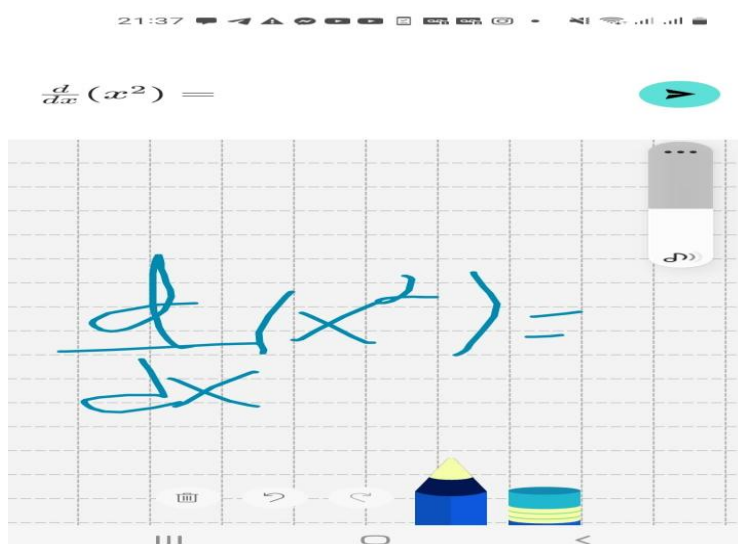
Fonte: Elaborado pelo autor

5.3.1.1.2.44. USANDO A FUNÇÃO EXAMINAR NA DERIVADA

Siga os **Passos 1 e 2** do item 5.3.1.1.2

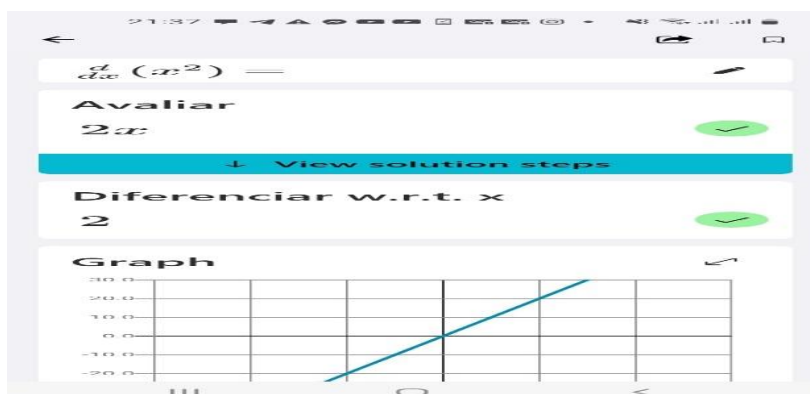
Passo 3: Abra a função examinar e faça o escaneamento da derivada da função x^2 , como exemplo, e finalmente aperte no botão de implicar para encontrarmos o resultado, conforme as Imagem114 e Imagem115.

Figura 114: Captura de tela da Derivada na função examinar



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 115: Tela de reconhecimento da Derivada na função examinar



Fonte: Elaborado pelo autor

Fizemos várias tentativas de escanear uma derivada através da função examinar, mas não obtivemos êxito

5.3.1.1.2.45. USANDO INTEGRAL NA FUNÇÃO TIPO

Siga os **Passos 1 e 2** do item 5.3.1.1.2

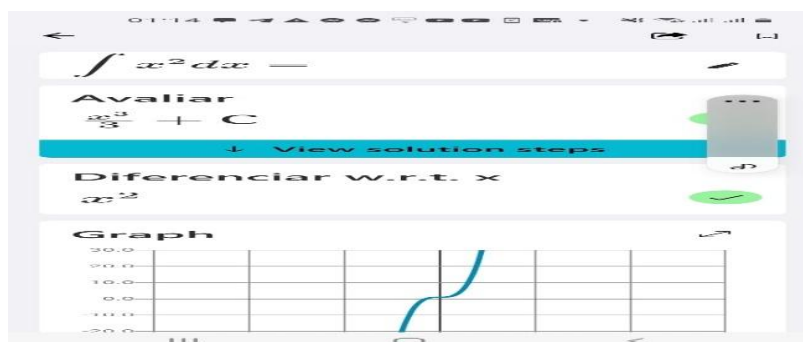
Passo 3: Abra a função Tipo e insira na tela o símbolo da definição de integral, disponível nesta função, em seguida acione por exemplo a variável x junto com o símbolo de quadrado para encontrarmos a integral da função x^2 , por exemplo, e finalmente aperte no botão de implicar  para encontrarmos o resultado, conforme as Imagem 116 e Imagem 117.

Figura 116: Captura de tela da integral na função tipo



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 117: Tela de reconhecimento da integral na função tipo



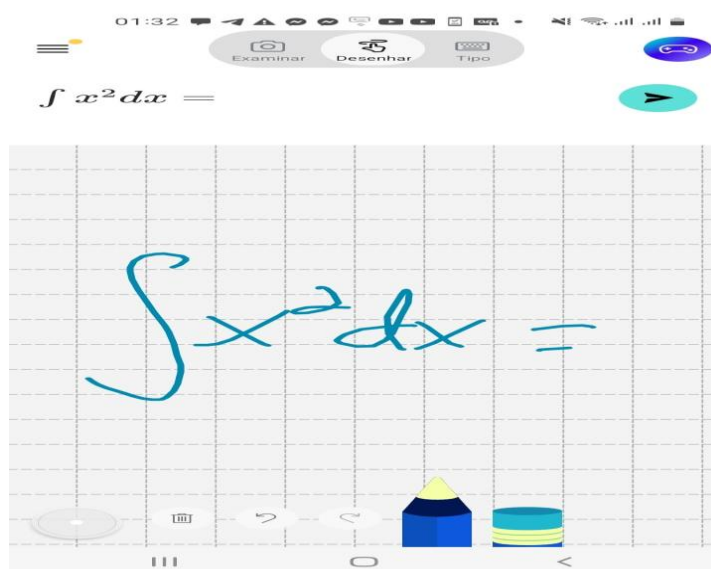
Fonte: Elaborado pelo autor

5.3.1.1.2.46. USANDO INTEGRAL NA FUNÇÃO DESENHAR

Siga os **Passos 1 e 2** do item 5.3.1.1.2

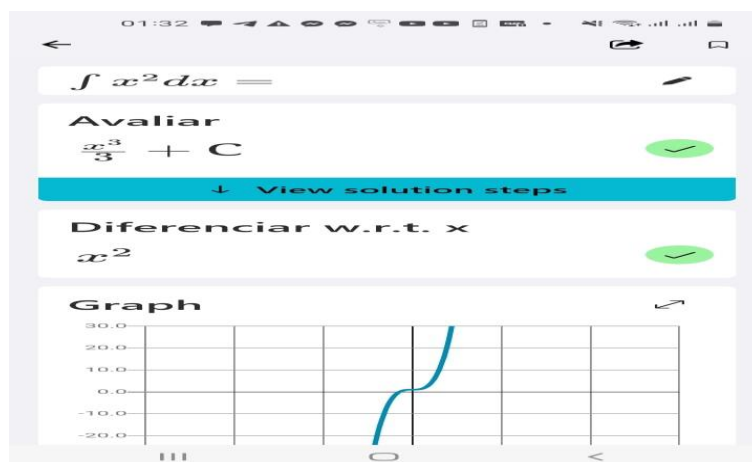
Passo 3: Abra a função desenhar e desenhe com a mão a integral tendo como base a imagem 118, por exemplo, e finalmente aperte no botão de implicar ➡ para encontrarmos o resultado, conforme a imagem 119.

Função 118: Captura de tela da integral na função desenhar



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 119: Teste de reconhecimento da integral na função desenhar



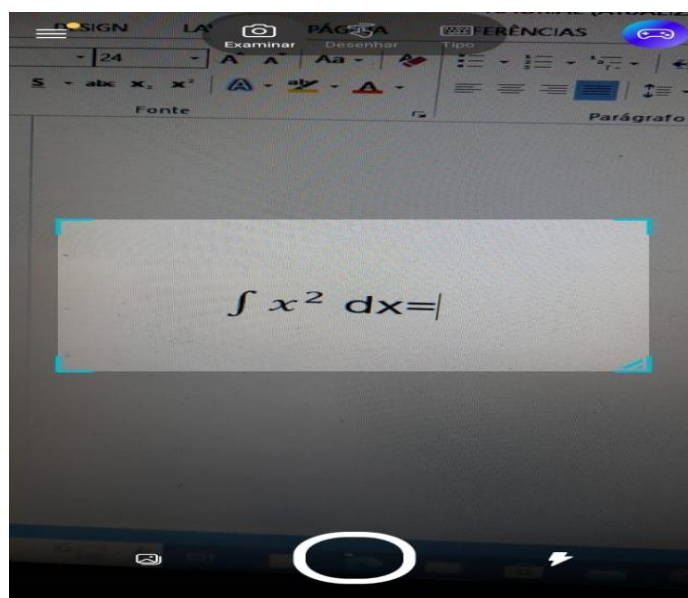
Fonte: Elaborado pelo autor

5.3.1.1.2.47. USANDO INTEGRAL NA FUNÇÃO EXAMINAR

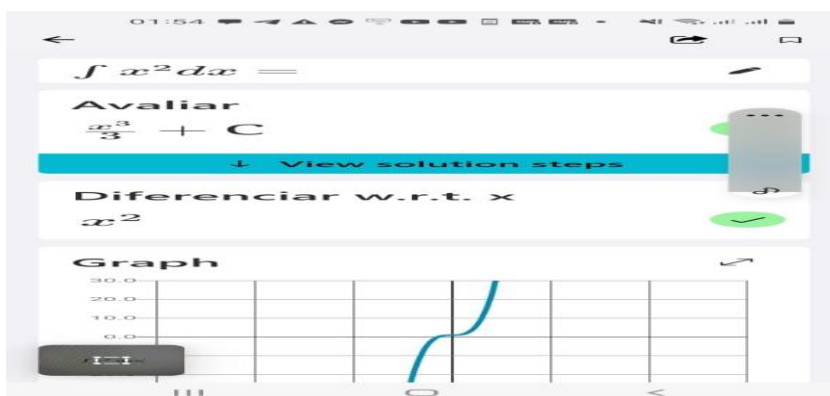
Siga os **Passos 1 e 2** do item 5.3.1.1.2

Passo 3: Abra a função examinar e faça o escaneamento da integral da figura120, e finalmente aperte no botão de implicar  para encontrarmos o resultado, conforme a figura121.

Figura 120: Captura de tela da integral na função examinar



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 121: Teste de reconhecimento da integral na função examinar

Fonte: Elaborado pelo autor

5.3.1.1.2.49. USANDO LIMITE NA FUNÇÃO TIPO

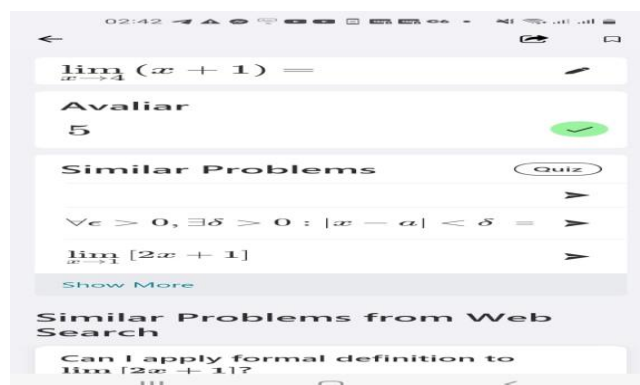
Siga os **Passos 1 e 2** do item 5.3.1.1.2

Passo 3: Abra a função Tipo e insira na tela o símbolo da definição de limite, disponível nesta função, em seguida escolha por exemplo a variável x junto com o número 4 no início e fim da seta, respectivamente, já no espaço reservado a função coloque $x+1$, não esqueça do sinal de igual, tomando como base a figura122, e finalmente aperte no botão de implicar ➡ para encontrarmos o resultado, conforme a figura123.

Figura 122: Captura de tela do limite na função tipo

Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 123: Teste de reconhecimento de limite na função tipo



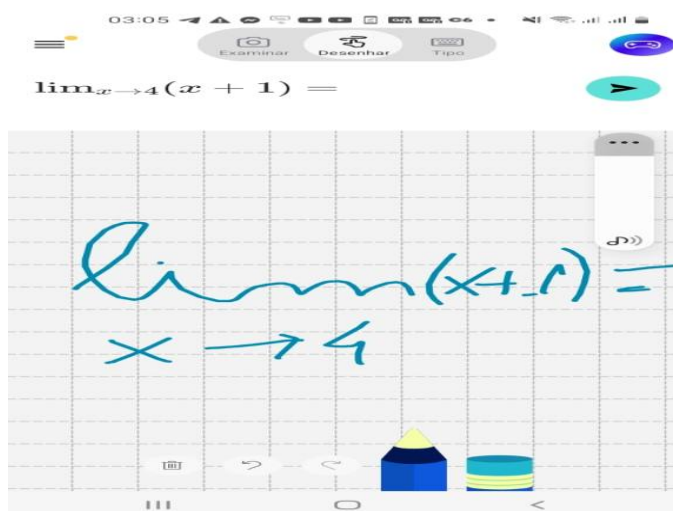
Fonte: Elaborado pelo autor

5.3.1.1.2.50. USANDO LIMITE NA FUNÇÃO DESENHAR

Siga os **Passos 1 e 2** do item 5.3.1.1.2

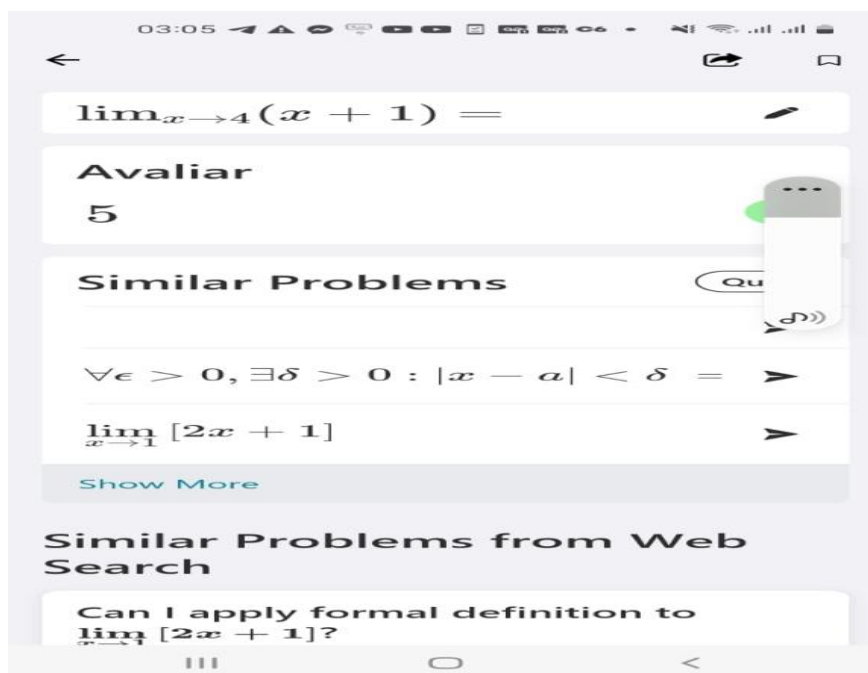
Passo 3: Abra a função desenhar, em seguida desenhe com os dedos o limite que se encontra na figura124, e finalmente aperte no botão de implicar  para encontrarmos o resultado, conforme a figura 125.

Figura 124: Captura de tela do limite na função desenhar



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 125: Teste de reconhecimento do limite na função desenhar



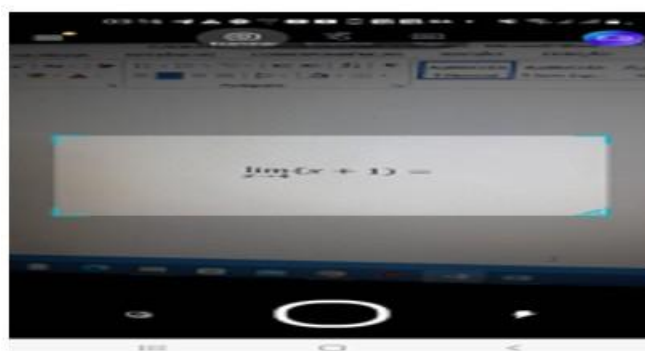
Fonte: Elaborado pelo autor

5.3.1.1.2.51. USANDO LIMITE NA FUNÇÃO EXAMINAR

Siga os **Passos 1 e 2** do item 5.3.1.1.2

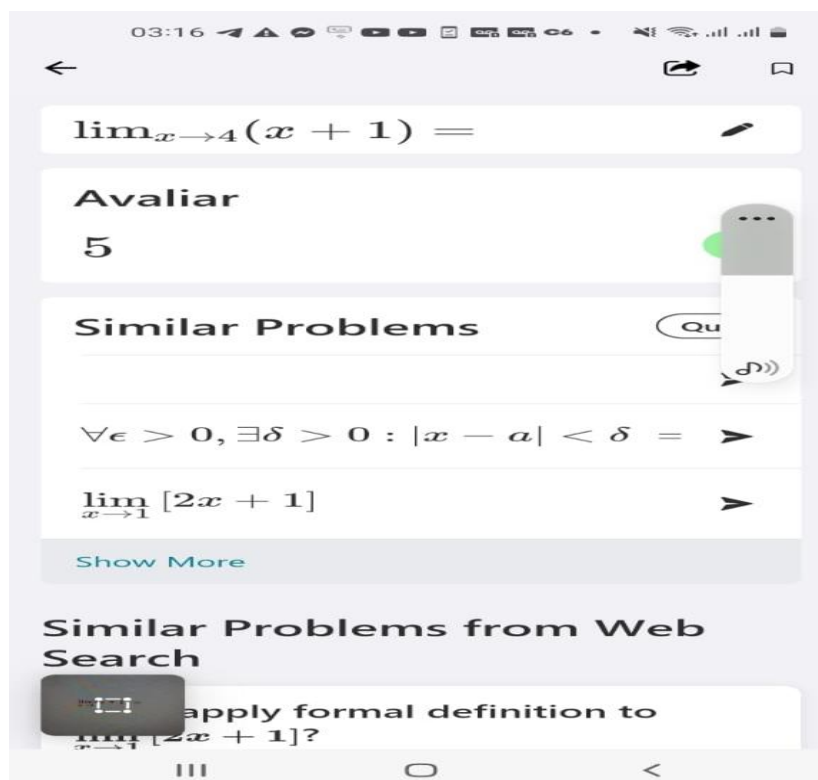
Passo 3: Abra a função examinar e faça o escaneamento do limite da figura126, e finalmente aperte no botão de implicar  para encontrarmos o resultado, conforme a figura 127.

Figura 126: Captura de tela do limite na função examinar



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 127: Teste de reconhecimento do limite na função examinar



Fonte: Elaborado pelo autor

5.3.1.1.2.51. USANDO A PERMUTAÇÃO NA FUNÇÃO TIPO

Siga os **Passos 1 e 2** do item 5.3.1.1.2

Passo 3: Abra a função Tipo e insira na tela o símbolo da definição de permutação disponível na função, em seguida insira os números 10 e 5, respectivamente no lado esquerdo e no lado direito da definição de acordo com a figura 128, e finalmente aperte no botão de implicar ➤ para encontrarmos o resultado, conforme a figura 129.

Figura 128: Captura de tela da permutação na função tipo

Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 129: Tela de reconhecimento da permutação na função tipo

Fonte: Elaborado pelo autor

Fizemos várias tentativas de fazer a permutação na função desenhar e na função examinar no aplicativo, mas não obtivemos êxito.

Finalizamos a exposição dos tópicos disponíveis no aplicativo e sugestões de como usá-las.

5.4. Explicações Passo a Passo: A ferramenta não apenas fornece respostas para expressões numéricas, mas também explica o processo de resolução passo a passo. Isto ajuda os estudantes a compreenderem os conceitos por trás das soluções.

Figura 130: Processo de resolução passo a passo

$$x^2 - x - 12 = 0$$

Resolver o valor x

$$x = -3$$

$$x = 4$$



Etapas Usando Fatoração

Etapas Usando Fatoração por Agrupamen

Etapas Usando a Fórmula Quadrática

Etapas para Calcular o Quadrado

↑ Hide steps

Etapas Usando Fatoração

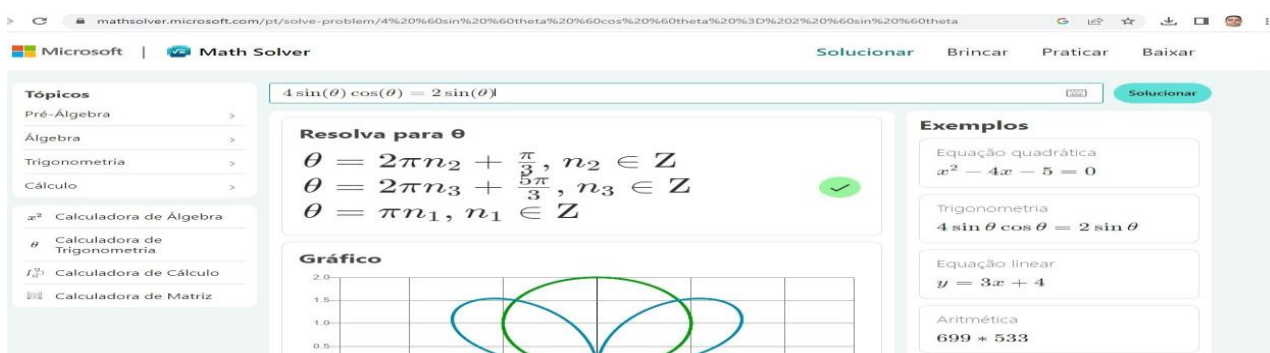
$$x^2 - x - 12 = 0$$

Para resolver a equação, factor $x^2 - x - 12$ usando a fórmula $x^2 + (a + b)x + ab = (x + a)(x + b)$. Para localizar a e b , configure um sistema

Fonte: Elaborado pelo autor

5.5. Integração com Dispositivos Móveis: Além da versão web, o Microsoft Math Solver também está disponível como um aplicativo para dispositivos móveis, tornando-o conveniente para uso em smartphones e tablets.

Figura 131: Versão Web da aplicação



Fonte: MICROSOFT, 2025.

Figura 132: Versão para dispositivos móveis

Fonte: TECHTUDO, 2025.

5.6. Suporte Multilíngue: A ferramenta oferece suporte a vários idiomas, o que torna acessível para estudantes em todo o mundo.

Figura 133: Suporte Multilíngue do aplicativo

Fonte: Elaborado pelo autor

5.7. Aprendizado Personalizado: O Microsoft Math Solver pode ser usado como uma ferramenta de aprendizado para discentes que desejam melhorar suas habilidades matemáticas, fornecendo soluções e explicações detalhadas.

5.8. Integração com a Educação: Ele pode ser útil em ambientes educacionais, permitindo que professores usem a ferramenta para demonstrar conceitos matemáticos e auxiliar os alunos em seus estudos.

5.9. Disponibilidade: O software está disponível para sistemas operacionais proprietários IOS e o Android.

5.10. Função jogo: Através do ícone  podemos acessar vários jogos com tópicos matemáticos para um ensino aprendizagem mais interessante aos olhos do discente.

6 FUNCIONAMENTO DO MICROSOFT MATH SOLVER

Nesta secção veremos como funciona alguns recursos do aplicativo, evitando repetir alguns já mencionados anteriormente. Aqui está uma visão geral de como o Microsoft Math Solver funciona.

6.1 ENTRADA DE EXPRESSÕES NUMÉRICAS

Os usuários podem inserir expressões numéricas de várias maneiras, incluindo digitando a expressão normalmente através da função Tipo, digitando equações matemáticas diretamente, escrevendo à mão em dispositivos sensíveis ao toque na função desenhar ou escaneando questões em livros ou cadernos através da função examinar

6.2 ANÁLISE E RESOLUÇÃO

Após a entrada do tópico dentre os listados no item 5, o Microsoft Math Solver analisará do que se trata o assunto ou a equação e tentará obter o resultado e o passo a passo da resolução.

6.3 SOLUÇÕES GRÁFICAS

Quando apropriado, o Microsoft Math Solver pode gerar representações gráficas de funções e equações para ajudar na compreensão visual dos problemas.

6.4 EXPLICAÇÕES DETALHADAS

Em cada etapa do processo de resolução, o Microsoft Math Solver fornece explicações detalhadas, ajudando os usuários a entenderem não apenas a resposta, mas também os conceitos matemáticos subjacentes.

6.5 HISTÓRICO DE CONSULTAS

O Microsoft Math Solver mantém um histórico das consultas e problemas resolvidos, permitindo que os usuários revisitem e estudem as soluções anteriores.

6.6 EXEMPLOS DE USO DO MICROSOFT MATH SOLVER

Vamos agora mostrar o passo a passo da solução de duas questões da sequência didática do autor usando pelo menos duas funções do Microsoft Math Solver (EXAMINAR, DESENHAR E TIPO), elencadas no tópico 5 deste tutorial

Para isto, vamos usar a atividade 01 da sequência didática do autor para fazer o primeiro exemplo:

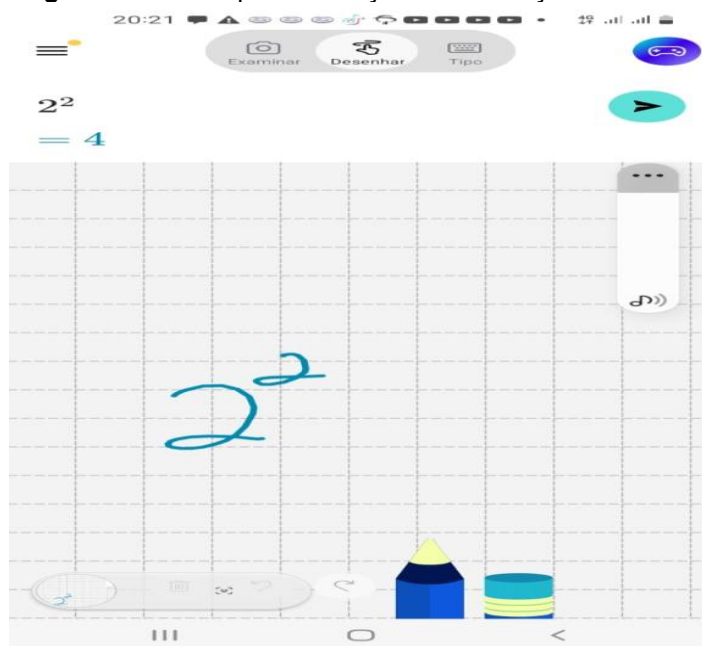
Figura 134: Atividade 01 da sequência didática

ATIVIDADE 01	
Título:	A Radiciação
Objetivo:	Introduzir a radiciação
Material:	Roteiro da atividade, lápis ou caneta e celular com memória suficiente para usar o aplicativo Microsoft Math Solver
Procedimento:	Nas questões abaixo, use o aplicativo se for necessário para responde-las. 1) Qual é o número positivo que elevado ao quadrado dá 4? _____ 2) Qual é o número positivo que elevado ao quadrado dá 25? _____ 3) Qual é o número positivo que elevado ao quadrado dá 49? _____ 4) Qual é o número positivo que elevado ao quadrado dá 64? _____ 5) Qual é o número positivo que elevado ao quadrado dá 100? _____ A pergunta: Qual é o número positivo que elevado ao quadrado dá 25? É equivalente a seguinte pergunta: Qual é a raiz quadrada de 25? 6) Qual a raiz quadrada de 4? _____ 7) Qual a raiz quadrada de 25? _____ 8) Qual a raiz quadrada de 49? _____ 9) Qual a raiz quadrada de 64? _____

Fonte: Elaborado pelo autor

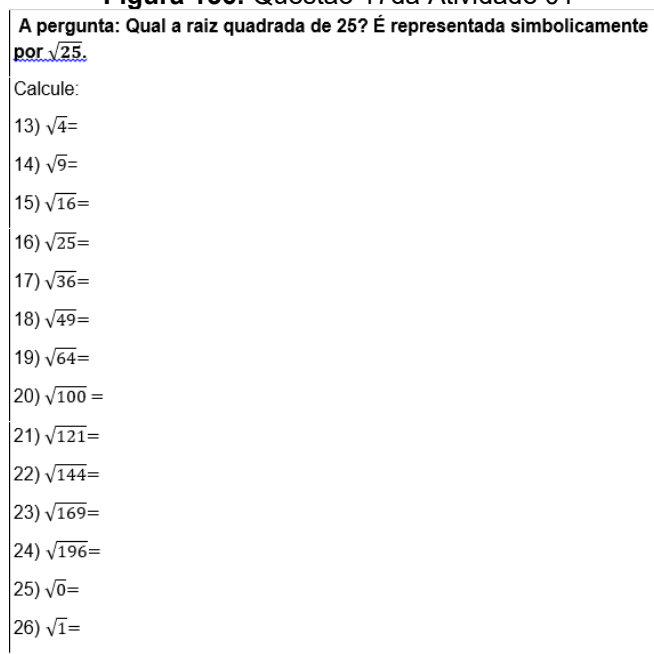
Agora vamos baixar o aplicativo Microsoft Math Solver para Android, pois de forma análoga podemos procedemos para baixar no caso para IOS, conforme o tópico 4 acima. Em seguida, abrimos o aplicativo e vamos teclar no logotipo da função DESENHAR, conforme o tópico 5 deste Tutorial.

Neste sentido, vamos resolver a primeira questão por tentativas, usando a função DESENHAR, conforme a imagem 135 abaixo, a qual no caso já gerou o resultado desejado, o número que elevado ao quadrado é 4, no caso o número 2.

Figura 135: Exemplo de solução com a função Desenhar

Fonte: Elaborado pelo autor

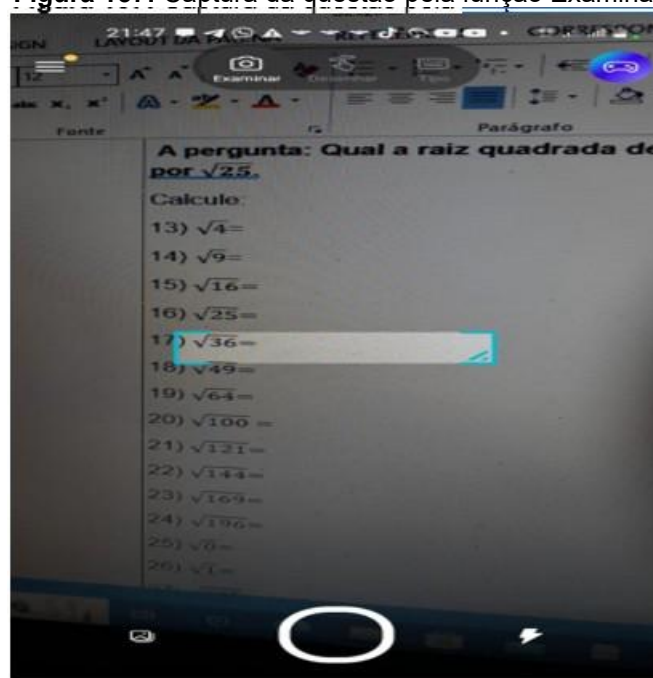
Em seguida, vamos resolver um segundo exemplo usando a função Examinar do Microsoft Math Solver na sequência didática já citada acima, precisamente a questão 17 da atividade 01, conforme a imagem 136 abaixo:

Figura 136: Questão 17 da Atividade 01

Fonte: Elaborado pelo autor

Desta forma, vamos abrir o Microsoft Math Solver e em seguida teclar no ícone da função examinar, conforme o tópico 5 acima mencionado. Agora, prosseguiremos na captura da questão 17, conforme a imagem 137 abaixo:

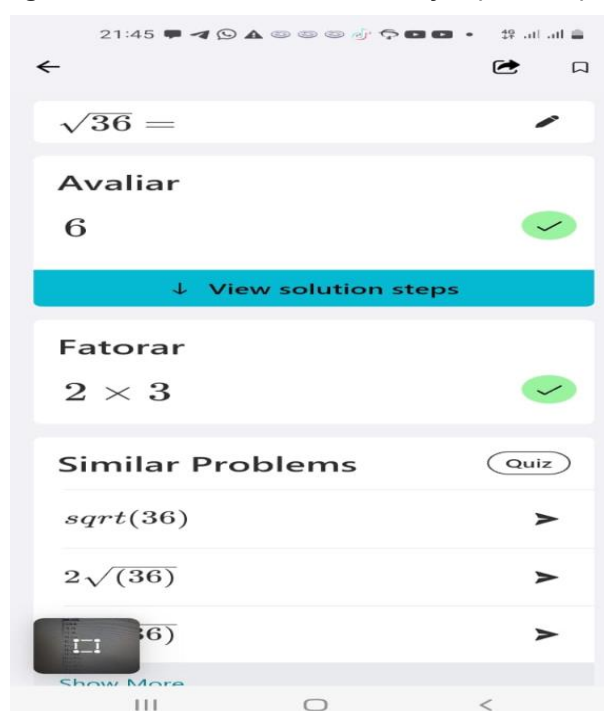
Figura 137: Captura da questão pela função Examinar



Fonte: Elaborado pelo autor

Finalizando o segundo exemplo apertamos o círculo em branco da Imagem 137 e isto gerará o reconhecimento e a solução passo a passo, conforme imagem 138 abaixo:

Figura 138: Reconhecimento e solução passo a passo



Fonte: Elaborado pelo autor

7 EXPERIMENTAÇÃO

Com o objetivo de validar a sequência didática proposta nesse trabalho, foi feita a aplicação das atividades para professores de matemática do ensino fundamental de escola municipais do estado do Pará e em seguida a aplicação de um questionário específico para estes professores utilizando o Google Forms (Formulários Google), que é uma ferramenta gratuita do Google usada para criar formulários on-line. Parte dos pesquisados foram do próprio programa de mestrado da UEPA.

A primeira dificuldade encontrada foi o fato do pesquisador não residir em Belém-Pa, pois os referidos pesquisados, cursam mestrado no Campus da capital. Diante disso, foi solicitada permissão à coordenação do programa da UEPA para que a aplicação da sequência didática fosse desenvolvida, sendo necessário 03 dias para isto. Como a outra parte dos pesquisados foram de uma escola do ensino fundamental de Abaetetuba-Pa. Desta forma, foi necessária a permissão à direção da escola, coordenadores pedagógicos para que a sequência didática fosse aplicada junto aos professores de matemática da instituição de ensino foram necessários 02 dias para esta aplicação.

Cabe destacarmos que em Lopes (2015) já foi auferida a eficiência dessa sequência didática junto a discentes. Agora a ideia é verificar a percepção inovadora de docentes a eficácia da aplicação do software Math Solver nesta sequência didática adaptada.

7.1 SISTEMATIZAÇÃO E ANÁLISE DAS INFORMAÇÕES

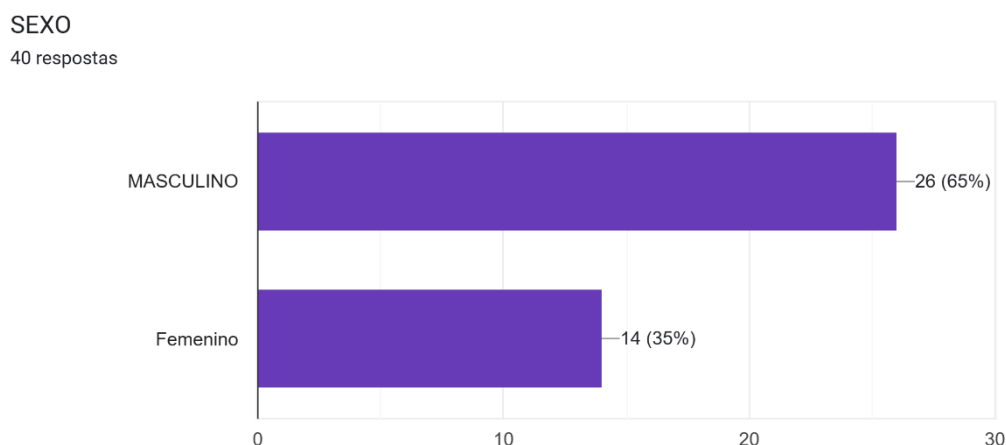
Esta seção tem como objetivo apresentar as informações obtidas por meio de um formulário, enviado online á 40 professores de matemática de redes públicas do estado do Pará, com a intenção de obter uma avaliação por parte de professores de matemática de perguntas que versaram sobre o perfil dos docentes e avaliação da sequência didática. No questionário buscamos obter informações gerais sobre os docentes, assim como, validar uma sequência didática baseada no uso do aplicativo Microsoft Math Solver destinada ao ensino de radicais, junto a alunos do oitavo ano do fundamental maior. Por conta extensão do questionário composto de 41 questões, optamos por organizar o presente texto em dois eixos: perfil docente e avaliação da sequência didática.

7.1.1. EIXO1 Perfil Docente

7.1.2. Distribuição por Sexo

No questionário foi possível obter o Gráfico 4 abaixo referente ao sexo dos professores que responderem o Formulário.

Gráfico 2: Sexo dos professores



Fonte: Elaboração do autor

Entre os 40 professores respondentes do formulário, temos que: 65% deles (26) são do sexo masculino, já 35% docentes (14) são do sexo feminino. Os dados contrariam a tendência de feminização da docência na educação básica e indicam especificidades do campo da matemática. Evidenciou-se que a licenciatura em Matemática ainda atrai majoritariamente homens e o histórico institucional favoreceu o protagonismo masculino na área.

A análise da distribuição por sexo entre os docentes entrevistados demanda uma leitura sociológica e histórica da constituição da docência como profissão, especialmente no campo da matemática. Historicamente, conforme aponta Pommer (2013), a licenciatura em Matemática estava sendo menos atrativa para mulheres, o que pode estar relacionado a processos culturais de exclusão e à persistência de estereótipos de gênero que associam as ciências exatas à racionalidade masculina. Tais estereótipos contribuem para a manutenção de um desequilíbrio de gênero que ainda se observa nas licenciaturas dessa área.

Nesse sentido, a Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2018) também pode ser analisada criticamente, pois, embora proponha competências gerais comuns

a todos os componentes curriculares, não enfrenta diretamente a questão da equidade de gênero na formação inicial docente. A ausência de diretrizes explícitas para combater os estigmas de gênero em disciplinas tradicionalmente masculinizadas contribui para a manutenção do status quo.

Dessa forma, a distribuição observada na pesquisa não é um dado isolado, mas parte de um processo social amplo que envolve relações históricas de poder, construções identitárias e lacunas políticas. A compreensão crítica desses elementos é fundamental para pensar uma formação docente verdadeiramente inclusiva, que promova a equidade e combata as desigualdades estruturais de gênero no magistério, especialmente nas áreas das ciências exatas.

Nas dissertações anteriores do programa de mestrado do PPGE/UEPA, a variável “sexualidade de docentes” não é explorada, restringiu-se, em geral, à identificação binária de gênero (masculino/feminino), como se observa em Souza (2023), em que o questionário aos participantes contemplava apenas essas duas opções. Em estudos como o de Mendes (2022), os dados evidenciaram a predominância masculina entre professores de Matemática (66,7% homens e 33,3% mulheres), contrastando com a realidade nacional em que a docência básica é majoritariamente feminina. Esse recorte restritivo revela uma lacuna metodológica, na medida em que não considerou identidades de gênero não binárias, nem orientações sexuais diversas, inviabilizando análises mais amplas sobre a sexualidade e suas implicações na prática docente.

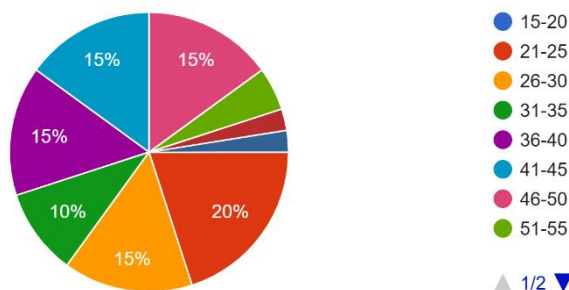
Além disso, os resultados sugerem a necessidade de maior equidade estrutural de gênero no magistério, especialmente em áreas como a Matemática, onde se constatou uma segregação horizontal, reforçando a importância de investigações futuras que adotem categorias inclusivas e perspectivas interseccionais para compreender de modo mais completo a relação entre gênero, sexualidade e carreira docente.

7.1.3 Faixa Etária dos Professores

Observando o gráfico abaixo que mostra a distribuição etária dos docentes entrevistados, obtemos os seguintes dados para contribuir com a pesquisa vigente:

Gráfico 3: Distribuição etária dos docentes entrevistados

FAIXA ETÁRIA
40 respostas



Fonte: Elaboração própria

Esses dados evidenciaram que a maioria dos professores se encontra nas faixas entre 21 e 50 anos, com maior concentração entre 21 e 45 anos, verificando que a maioria dos professores está também na faixa etária de 21-25 anos, correspondendo a 20% dos respondentes. Tal cenário indicou a presença significativa de docentes em estágios iniciais ou intermediários de sua trajetória profissional, mesclando juventude com maturidade profissional em consolidação. Evidenciou-se que a ampla presença de professores com até 45 anos sugeriu um corpo docente em constante construção de identidade profissional, com potencial para inovação e desenvolvimento, a baixa incidência de professores acima de 55 anos pode indicar processos de aposentadoria ou baixa permanência de profissionais mais experientes e o equilíbrio entre juventude e maturidade revela um ambiente intergeracional propício à troca de experiências e à aprendizagem colaborativa.

7.1.4 Escolaridade dos Professores consultas

Os dados que foram organizados no Quadro 34 desta seção foram retirados do formulário como mencionado anteriormente.

Quadro 34:Escolaridade dos Professores

ESCOLARIDADE	PESSOAS	PERCENTUAL
SUPERIOR COMPLETO	40	42,10%
ESPECIALISTA	30	31,57%
MESTRANDO	25	26,31%
DOCTORADO	0	0%

Fonte: Elaboração própria

Esse perfil revelou um corpo docente qualificado, com significativo envolvimento em processo de formação continuada. Evidenciou-se que todos os participantes possuem, no mínimo, graduação completa, mais da metade está envolvida em formação pós-graduada.

O nível de escolaridade dos docentes constituiu um dos principais indicadores de qualidade da prática pedagógica e está diretamente relacionado à capacidade de análise crítica, à autonomia profissional e à inserção em comunidades de prática reflexivas. De acordo com Ávila (2024), a formação continuada potencializa a apropriação de registros semióticos variados, fundamentais para a mediação do conhecimento matemático. Professores com formação mais avançada demonstram maior capacidade de transitar entre registros algébricos, gráficos, verbais e simbólicos, o que enriquece o processo de ensino-aprendizagem.

Sebastião (2017), ao aplicar a Teoria da Atividade ao desenvolvimento docente, argumentou que a formação em níveis mais elevados (especializações e mestrados) contribui para a reorganização da prática profissional, uma vez que expõe os professores a contradições e desafios que demandam respostas fundamentadas teoricamente. Essa perspectiva compreende a formação como um processo dialético, no qual a prática é constantemente ressignificada à luz de novos conhecimentos. Mol (2013) reforçou essa ideia ao analisar a história da formação do professor de matemática no Brasil. Para o autor, a busca por pós-graduação representa um esforço consciente de superação das lacunas formativas deixadas por modelos tradicionais de ensino, marcados pelo tecnicismo e pela fragmentação curricular. A formação acadêmica mais aprofundada permite ao professor assumir uma postura mais crítica, investigativa e ética diante dos desafios da educação pública.

Assim, os dados sobre a escolaridade dos participantes não apenas indicaram maior formação, mas revelaram um movimento em direção à profissionalização da docência, ancorado em práticas fundamentadas na teoria, na pesquisa e na reflexão coletiva.

7.1.5 Tempo de serviço como professor

O Quadro 36 mostra o tempo de serviço dos professores concebido através dos dados obtidos do questionário do Formulário.

Quadro 35: Tempo de serviço como professor

ETAPA	PERÍODO APROXIMADO	PROFESSORES
ENTRADA DE CARREIRA	1º a 3º ano	6
ESTABILIZAÇÃO	4º a 6º ano	16
DIVERSIFICAÇÃO	7º a 15 ano	11
QUESTIONAMENTO	Cerca de 15 anos	6
SERENIDADE	Meados da carreira	9
DESINVESTIMENTO	Últimos anos	9

Fonte: Elaboração própria

O quadro acima foi feito conforme os dados do Forms e a escala Huberman. O tempo de atuação profissional é um marcador importante para compreender o desenvolvimento da identidade docente, a consolidação de saberes e a aderência à profissão. A carreira do magistério, por sua natureza dinâmica e historicamente situada, é atravessada por estágios distintos de amadurecimento pedagógico, engajamento institucional e apropriação crítica do conhecimento.

Este estudo analisou dados sobre o tempo de serviço de professores da educação básica, obtidos por meio de formulário digital, e aprofundou sua leitura com base em autores da literatura especializada sobre formação e profissionalização docente. Evidenciou-se que 22 professores (mais da metade) possuem até 10 anos de experiência na profissão, apenas 13 docentes possuem mais de 15 anos de atuação, com destaque para um único professor na faixa de 31 a 35 anos de trabalho e cinco registros indicaram professores que ainda não atuaram ou não informaram tempo de serviço, o que pode representar docentes recém-formados ou em formação.

Essa distribuição evidencia uma prevalência de profissionais em início ou meio de carreira, o que sugeriu uma tendência de renovação do corpo docente. Ao mesmo tempo, revelou possíveis fragilidades no processo de continuidade profissional e na retenção de professores com maior tempo de serviço.

Artigue (1988, 1996) destacou que a profissionalidade docente não é um dado fixo, mas um processo de construção que se transforma ao longo da carreira. A autora enfatizou que os primeiros anos de docência são marcados por instabilidade, insegurança e desafios didáticos que exigiram um processo constante de reelaboração da prática. Isso está diretamente relacionado ao fenômeno identificado nos dados: a maioria dos professores se encontraram nas fases iniciais ou intermediárias da carreira, o que implicou a necessidade de apoio institucional para o desenvolvimento de práticas reflexivas e autônomas.

Vieira e Monteiro (2008) e Sebastião (2017) abordaram a importância do tempo como elemento constitutivo dos chamados "saberes da experiência". Esses saberes, acumulados ao longo de anos de atuação, não são transmitidos formalmente, mas construídos na prática cotidiana da sala de aula, por meio da resolução de conflitos, da interação com os estudantes e da adaptação curricular. No entanto, a predominância de docentes com até 10 anos de serviço sinaliza uma categoria em fase de acumulação incipiente desses saberes, o que reforçou a importância de programas de acompanhamento e formação continuada específicos para essa etapa.

A Teoria da Atividade, Stetsenko (2016) contribuiu para compreender que o desenvolvimento profissional não se dá de forma individualizada ou neutra, mas é fruto da inserção do professor em práticas historicamente constituídas e socialmente mediadas. O tempo de serviço representou, assim, um acúmulo de experiências vividas em contextos específicos, que moldaram a forma como o professor percebe seu papel, sua agência pedagógica e sua inserção na cultura escolar. Os dados indicaram que muitos docentes ainda estão em processo de adaptação às práticas coletivas da profissão, o que exige mediações intencionais que sustentem sua aprendizagem e permanência.

7.1.6. Inicialização das aulas

O quadro 36 abaixo, mostra como os professores inicializam as aulas em sala de aula.

Quadro 36: Inicialização das aulas

Inicialização das aulas	Número de professores
Pelo conceito seguido de exemplos e exercícios	28
Com uma situação problema para depois introduzir o assunto	21
Com a criação de um modelo para situação e em seguida analisando o modelo	2
Com jogos para depois sistematizar os conceitos	1
Ainda não ministrou as aulas	2
Sequência didática	1
Depende do assunto uso as situações acima	1

Fonte: Elaboração própria

A forma como os professores iniciam suas aulas revelou aspectos fundamentais de sua concepção de ensino, sua prática pedagógica e sua relação com

o processo de aprendizagem. O modo de abordagem em um conteúdo influenciou diretamente o envolvimento dos alunos, a construção conceitual e o desenvolvimento do raciocínio matemático. A análise das respostas do quadro 37 evidenciou uma predominância do modelo tradicional de ensino, em que 28 professores relataram iniciar suas aulas pela apresentação do conceito, seguido de exemplos e exercícios. Em contraste, 21 docentes indicaram preferência por iniciar com situações-problema, o que sinalizou abertura a metodologias investigativas que favoreceram a mobilização cognitiva dos estudantes antes da formalização teórica, em consonância com a perspectiva defendida por Sá (2011) e Duval (2003).

Estratégias como a modelagem (2) e o uso de jogos (1) ainda aparecem de forma incipiente, revelando que, embora haja discursos em favor da inovação pedagógica, sua materialização em sala de aula permanece restrita, possivelmente devido às limitações formativas ou estruturais.

Casos pontuais, como docentes que condicionam a metodologia ao conteúdo ou que planejam aplicar sequências didáticas após a conclusão do mestrado, sugerem uma flexibilidade metodológica e uma perspectiva de aprimoramento futuro. Assim, os dados revelam uma tensão entre tradição e inovação no ensino de Matemática, apontando para a necessidade de formações continuadas que ampliem o repertório didático e incentivem práticas diversificadas que aproximem os alunos de processos mais ativos de aprendizagem.

Núñez e Pacheco (1997) discutiram a relação entre o ensino tradicional e os processos cognitivos dos alunos, argumentando que o ensino centrado na apresentação do conceito e na prática repetitiva tende a favorecer aprendizagens mecânicas, com baixo grau de internalização conceitual. Isso ajuda a compreender por que a opção por “conceito + exercício” ainda predomina: ela corresponde a uma concepção transmissiva de ensino, que muitas vezes negligencia o papel ativo do aluno na construção do conhecimento.

Contador (2006) destacou que iniciar aulas com situações-problema não é apenas uma escolha didática, mas um indicativo de intencionalidade formativa. Essa prática revelou professores que conceberam a matemática como campo de investigação e significação, aproximando-se de uma didática problematizadora, mais próxima das diretrizes de BRASIL(2018) e de BRASIL(1998), que valorizaram competências como a resolução de problemas, argumentação e pensamento crítico.

De Souza Pinheiro, Darsie e Lopes (2024) discutiram como a prática docente

atual frequentemente incorpora elementos híbridos de diferentes concepções pedagógicas, resultando em um mosaico de estratégias. Isso explicou a presença, embora minoritária, de abordagens como modelagem, jogos e sequência didática. Mesmo com o predomínio da abordagem tradicional, os dados sugeriram uma tensão entre o modelo transmissivo e propostas mais investigativas, coexistindo em práticas ora conservadoras, ora inovadoras.

Ao resgatar a história das práticas de ensino da matemática, Cajori (1928) mostra que o modelo de “definição – exemplo – exercício” tem raízes profundas, associadas à tradição escolar europeia do século XIX. O dado de que 28 professores ainda iniciam suas aulas com esse modelo confirma sua permanência como um padrão dominante, mesmo diante das reformas curriculares e dos avanços teóricos nas últimas décadas.

7.2 Eixo 2-Sequência didática

Ao longo da minha experiência como professor da rede pública do município de Abaetetuba-Pa nas turmas do oitavo ano, sentia a necessidade de uma abordagem diferenciada no que concerne ao assunto radicais. Daí, a motivação para elaborarmos uma sequência didática. Optamos por adaptar a maioria das atividades da sequência didática trabalhada por Lopes (2015), sendo que nossa pesquisa foi pensando o uso do software Microsoft Math Solver. Neste texto abordaremos os resultados da avaliação de um questionário online, aplicado a 40 professores de redes públicas do estado do Pará, contendo 17 atividades da sequência didática (SD) sobre radicais. No questionário supracitado há também um tutorial para que os respondentes façam a avaliação da SD.

Quadro 37: Dados das avaliações feitas pelos professores

Nº	Questão	Resultados(em valor absoluto)				
		Concordo plenamente	Concordo parcialmente	Discordo parcialmente	Discordo totalmente	
1		31	8	0	0	
2		27	13	0	0	
3		18	21	0	1	
4		29	10	0	1	
5		25	13	0	1	
6		28	12	0	0	
7		29	10	0	1	
8		32	8	0	0	
9		29	11	0	0	
10		29	11	0	0	

11		28	12	0	0	
12		32	8	0	0	
13		32	8	0	0	
14		32	7	0	0	
15		15	24	0	1	
16		30	10	0	1	
17		32	8	0	0	

Fonte: Elaboração própria

A análise dos resultados do questionário aplicado aos professores mostrou que a sequência didática elaborada apresenta ampla aceitação quanto à sua viabilidade para o 9º ano do ensino fundamental. Em quase todas as atividades, prevaleceu a opção concordo plenamente, revelando que a proposta está em sintonia com a realidade da sala de aula e atende às expectativas docentes. Apenas em algumas atividades específicas, como a 3 e a 15, observou-se maior frequência de respostas em concordo parcialmente, sugerindo que os professores reconhecem o valor pedagógico dessas questões, mas percebem nelas uma complexidade que pode demandar maior mediação ou adaptação.

Isso se justifica pelo fato de essas atividades exigirem níveis mais elevados de abstração, ao tratar da relação entre potenciação fracionária e radiciação ou da racionalização de denominadores, que, como apontam Feltes (2007), Vieira e Monteiro (2008), representam obstáculos recorrentes no ensino dos radicais. Nesse sentido, a presença de algumas poucas discordâncias totais ou parciais não enfraquece a sequência, mas evidencia os pontos em que os professores projetam desafios de implementação.

No plano teórico-metodológico, a estrutura da sequência demonstra coerência com os referenciais da Didática da Matemática. As atividades foram organizadas em progressão, iniciando com a intuição da raiz quadrada e cúbica e avançando gradualmente até a racionalização, o que dialoga com a lógica de conceituação e redescoberta destacada por Sá (2020). A aceitação mais ampla das atividades de exploração inicial e operatória confirmou a relevância de se iniciar pelo concreto e ir avançando para níveis maiores de generalização, como defendem Lopes (2015) e Silva (2006) em seus estudos sobre o ensino de radicais.

A maior resistência em atividades mais abstratas pode ser compreendida à luz da Teoria dos Registros de Representação Semiótica de Duval (2003), segundo a qual os alunos encontraram dificuldades ao transitar entre representações simbólicas, gráficas e conceituais. Essa perspectiva é reforçada por pesquisas recentes, como as

de Ávila (2024), que evidenciam as limitações cognitivas na manipulação de registros complexos. Ao mesmo tempo, a incorporação de recursos tecnológicos, como o Software Microsoft Math Solver, aproxima a proposta das orientações da BNCC (BRASIL, 2018), que incentiva a utilização de ferramentas digitais e metodologias ativas para favorecer a resolução de problemas e a construção do conhecimento. Assim, a sequência se mostra não apenas aceitável aos olhos dos professores, mas também teoricamente fundamentada e alinhada às diretrizes curriculares, ainda que demande ajustes pontuais para superar as dificuldades de maior abstração.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A investigação teve como ponto de partida o seguinte problema de pesquisa: *quais avaliações são realizadas por professores de Matemática sobre uma sequência didática fundamentada no ensino por atividades experimentais para o conteúdo de radicais?* Para responder a essa questão, estabeleceu-se como objetivo geral analisar a sequência didática estruturada nessa perspectiva, com base na avaliação de professores de Matemática.

Os dados coletados permitiram delinear um panorama do perfil docente, das concepções pedagógicas predominantes e das práticas associadas ao ensino de radicais no 9º ano do Ensino Fundamental, especialmente quando apoiadas em tecnologias digitais, como o software Microsoft Math Solver. O grupo investigado caracterizou-se por estar em fase de consolidação profissional, apresentando adesão à formação continuada e inserção progressiva em contextos de pesquisa e inovação didática.

Os resultados indicam a relevância das atividades experimentais e da sequência didática proposta como estratégias capazes de favorecer aprendizagens significativas e reflexivas, em consonância com diretrizes curriculares vigentes. A validação realizada pelos docentes — majoritariamente favoráveis à aplicabilidade da proposta — sugere consistência pedagógica mesmo em conteúdos reconhecidamente complexos, como a radiciação.

A análise evidenciou que a mediação docente intencional, associada ao protagonismo discente e ao uso crítico de tecnologias digitais, configura um caminho promissor para a aprendizagem matemática. A alternância entre atividades de redescoberta e momentos de sistematização conceitual contribuiu para o equilíbrio entre exploração intuitiva e formalização, favorecendo o desenvolvimento progressivo de competências matemáticas.

O uso de tecnologias digitais, como o Microsoft Math Solver, ampliou as possibilidades de investigação, visualização e verificação de hipóteses, estimulando práticas mais ativas e autônomas. Contudo, permanecem desafios, como desigualdades no acesso à formação acadêmica em nível de pós-graduação e a difusão ainda restrita de metodologias investigativas. Ainda assim, a renovação do quadro docente e a crescente adesão a abordagens inovadoras indicam condições

favoráveis à consolidação de uma docência crítica, investigativa e comprometida com a aprendizagem matemática significativa.

A resposta ao problema de pesquisa, com base nas avaliações dos professores participantes, confirmou que a sequência didática fundamentada no ensino por atividades experimentais para radicais é consistente, aplicável e teoricamente sustentada, sendo percebida como uma ferramenta eficaz para promover aprendizagens relevantes. A aceitação majoritária indica que a proposta dialoga com as demandas curriculares ao articular exploração, sistematização e tecnologias digitais. As ressalvas relacionadas a atividades de maior nível de abstração não fragilizam a proposta, mas apontaram a necessidade de apoio metodológico que fortaleça a mediação docente nessas etapas.

Como produto educacional decorrente da pesquisa, foi elaborado um tutorial de uso do software Microsoft Math Solver, concebido como recurso pedagógico de apoio à implementação da sequência didática. O material apresenta orientações estruturadas e fundamentadas teoricamente para a utilização do software em contextos escolares, visando ampliar as possibilidades metodológicas no ensino de Matemática e favorecer práticas mais investigativas, dinâmicas e significativas na Educação Básica.

9 REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, T. R. D. *Equações polinomiais: as fórmulas clássicas e a resolubilidade por meio de radicais*. 2014. 46 f. Curitiba: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2014. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/796> Acesso em: 13 ago. 2024.
- APPLE INC. *Microsoft Math Solver na App Store*. Disponível em: <https://apps.apple.com/br/app/microsoft-math-solver/id1483962204>. Acesso em: 16 out. 2025.
- APKPURE *Microsoft Math Solver – download do APK*. Disponível em: <https://apkpure.com/br/microsoft.math.solver/com.microsoft.math/download>. Acesso em: 16 out. 2025.
- AMARAL, R. M.; MATIAS, M. S. O.; SARVO, D. O. *Interdisciplinaridade da Ciência da Informação brasileira: intensidades e relações*. São Paulo: Em Questão, 2024.
- ÁVILA, C. L. *Condicionantes de la grabación audiovisual de espectáculos artísticos escénicos: factors in the audiovisual recording of performing arts shows*. España: Revista Signa, 2024. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/377452690_CONDICIONANTES_DE_LA_GRABACION_AUDIOVISUAL_DE_ESPECTACULOS_ARTISTICOS_ESCENICOS_FACTORS_IN_THE_AUDIOVISUAL_RECORDING_OF_PERFORMING_ARTS_SHOWS Acesso em: 19 Jul 2024.
- ARANTES, J. T. *Origens da matemática: Aryabhata*. [S.l.]. Wordpress, 2017. Disponível em: <https://josetadeuarantes.wordpress.com/2017/06/23/origens-da-matematica-aryabhata/> Acesso em: 19 jun. 2024.
- ARTIGUE, M. D. *Engenharia Didática*. Instituto Piaget, 1996.
- ARTIGUE, M. D. *“Ingénierie Didactique”. Recherches en Didactique des Mathématiques*. France: La Pensée Sauvage-Éditions, 1988.
- ARAÚJO, S. A. *Ensino de radiciação com o uso do geogebra*. Pará: Universidade do Estado do Pará, 2019.
- BOYER, C. B. *História da matemática*. São Paulo: Edgard Blucher, 1974.
- BOMBELLI, Rafael. *L'Algebra*. Bologna: Giovanni Rossi, 1572.
- BULGACOV, Y. L. M.; CAMARGO, D.; CANOPF, L.; MATOS, R. D.; ZDEPSKI, F. B. *Contribuições da teoria da atividade para o estudo das organizações*. Irati: Cadernos EBAPE, 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cebape/a/BLqkdqkSRBf8WVMZywwQdQ6n/> Acesso em: 13 ago. 2024.
- BRANDL, E.; LENARTOVICZ, I. G.; PAVANELLO, J. *Coordenação dos registros algébrico e gráfico no estudo das funções seno e cosseno em um livro didático do*

ensino médio sob a perspectiva da Teoria dos Registros de Representação Semiótica. Ibirama: IFC, 2024. Disponível em: <https://publicacoes.ifc.edu.br/index.php/contraponto/article/view/4622> Acesso em: 13 Ago 2024.

BRASIL. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Matemática*. Brasília: MEC/SEF, 1998. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/matematica.pdf> Acesso em: 13 ago. 2024.

_____. Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília: MEC, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/> Acesso em: 13 Ago 2024.

_____. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP). *Panorama da Formação Docente 2023*. Disponível em: <https://www.gov.br/inep>. Acesso em: maio de 2025.

_____. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP). *Panorama da Formação Docente: características dos professores da educação básica no Brasil*. Brasília: INEP, 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/inep>. Acesso em: maio de 2025.

_____. Conselho Nacional de Educação. *Base Nacional Comum para a Formação Inicial e Continuada de Professores da Educação Básica*. Resolução CNE/CP nº 2, de 20 de dezembro de 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/mec>. Acesso em: maio de 2025.

_____. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP). *Censo da Educação Superior 2022*. Disponível em: <https://www.gov.br/inep>

_____. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP). *Censo Escolar da Educação Básica 2022*. Disponível em: <https://www.gov.br/inep>.

_____. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep). *Saeb 2021*, Brasília, 2021

_____. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP). *Matrizes de referência de língua portuguesa e matemática do SAEB*: documento de referência do ano de 2001. Brasília: INEP, 2020. Disponível em: https://download.inep.gov.br/publicacoes/institucionais/avaliacoes_e_exames_da_educacao_basica/matriz_de_referencia_de_lingua_portuguesa_e_matematica_do_sae_b.pdf Acesso em: 13 ago. 2024.

_____. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP). *Escalas de proficiência do SAEB*. Brasília: INEP, 2020. Disponível em: <http://portal.inep.gov.br/documents/186968/484421/Escalas+de+Profici%C3%Aancia+do+Saeb/d9d241ab-01be-49d3-b69c-8ee3e6bbb95b?version=1.0> Acesso em: 10 de nov. 2023.

_____. *Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, LDB.9394/1996*. Brasília: Governo Federal, 1996.

CASTELO, J. A. M. *Resolução de equações quadráticas: um resgate histórico dos métodos e uma proposta de aplicação da Sequência Fedathi no seu ensino*. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará. 2013.

CASTRUCI, B.; GIOVANNI JUNIOR, J. R. *A Conquista da Matemática no 9º ano: ensino fundamental: anos finais*. 4. Ed. São Paulo: FTD, 2019.

CAJORI, F. *A history of mathematical notations: notations in elementary mathematics*. Londres: The Open Court Company, 1928.

_____. *Uma história da matemática*. Rio de Janeiro (RJ): Ciência Moderna, 2007.

CARDOSO, L. C. S. *Solução por radicais de certas equações polinomiais de grau ímpar e método de Newton*. Três Lagoas: Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, 2016.

COLINS. A. *Toward a Design Science of Education*. EUA: Springer-Verlag, 1992

COSTA, P. C. *A existência de fórmulas por radicais para resolução das equações algébricas*. Cuiabá: Universidade Federal do Mato Grosso. Programa de Pós-Graduação Profissional em Matemática, 2020.

COSTA JÚNIOR, C. L. A. *Raízes de números complexos: uma sequência didática*. Bahia: Universidade Estadual de Feira de Santana, 2019.

CONTADOR, P. R. M. *Matemática: uma breve história*. São Paulo: Livraria da Física, 2006.

CHAVANTES, E. R. *Convergências Matemática: manual do professor*. 2. Ed. São Paulo: Edições SM, 2019.

DA SILVA, D. R. *Discurso matemático, semiose e produção de significado em sala de aula*. São Paulo: Revista Sociedade Científica, 2024.

DANTE, Luiz Roberto. *Matemática: contexto e aplicações*. 6. ed. São Paulo: Ática, 2001.

DANTE, L. R. *Projeto Teláris*. 3. Ed. São Paulo: Ática, 2022.

DAVIS, Kathy. *Intersectionality as buzzword: A sociology of science perspective on what makes a feminist theory successful*. Feminist Theory, v. 9, n. 1, p. 67–85, 2008.

DEWEY, J. *Experience and Education*. Toronto: Collier-Macmillan Canada Ltd, 1938.

DINIZ-PEREIRA, Júlio Emílio. *A formação de professores como prática política*. Belo Horizonte: Autêntica, 2011.

DUBOIS, J. et al. *Dicionário de Linguística*. São Paulo: Cultrix, 2006.

DUVAL, R. *Registros de representações semióticas e funcionamento cognitivo da compreensão em matemática*. In: MACHADO, S. D. A. (Org.). *Aprendizagem em Matemática: registros de representação semiótica*. Campinas: Papirus, 2003. p. 11-33.

ENGESTROM, Y. *Learning by Expanding: Na Activity Theoretical Approach to Developmental Research*. Finland: Orienta-Konsultit, 1987.

ENGESTROM, Y. *Expansive Learning at Work: toward an activity theoretical reconceptualization*. Finland: Journal of Education and Work, 2001.

EVES, H.; DOMINGUES, H. *Introdução à história da matemática*. 5ª ed. Campinas: Editora Unicamp, 2011.

FALCÃO, O. G. *Dos triângulos de Brahmagupta aos triângulos aritméticos*. João Pessoa: Universidade Federal da Paraíba, 2021.

FATINEL, C. A. *A avaliação do ensino aprendizagem escolar: Relações entre as políticas públicas de avaliação e a prática pedagógica*. Santa Catarina: Universidade Estadual do Oeste do Paraná, 2018.

FELTES, R. Z. *Análise de erros em potenciação e radiciação: um estudo com alunos de ensino fundamental e médio*. Porto Alegre: Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, 2007.

FUNDAÇÃO CARLOS CHAGAS. *Perfil e trajetória dos professores da educação básica no Brasil*. São Paulo: FCC, 2021. Disponível em: <https://www.fcc.org.br>. Acesso em: maio de 2025.

FRANCESCHINI, J. M. *Potenciação e radiciação de números complexos: Uma abordagem geométrica*. Três Lagoas: Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, 2020.

FREIRE, P. *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. 41. ed. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

FREIRE, P. *Pedagogia do Oprimido*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2002.

GAY, M. R. G.; SILVA, W. R. *Araribá conecta: matemática: manual do professor*. São Paulo: Moderna, 2022.

GATTI, Bernadete A.; BARRETO, Elba Siqueira de Sá; ANDRÉ, Marli Eliza Dalmazo Afonso de. *Pesquisa e formação de professores no Brasil*. São Paulo: Editora Fundação Carlos Chagas, 2019. Disponível em: <https://www.fcc.org.br>. Acesso em: maio de 2025.

GATTI, Bernadete A. *Formação de professores: condições e problemas atuais*. Revista Brasileira de Política e Administração da Educação, v. 25, n. 2, p. 251–263, maio/ago. 2009.

GIL, A. C. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 4. Ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GUIMARÃES, A. (Re) *traçar a teoria ator-rede: um ensaio teórico-epistêmico metodológico sobre lacunas e limitações*. São Paulo: Revista Contemporânea de Antropologia, 2024.

GONTIJO, C. H. *Avaliação em matemática: contribuições do feedback para as aprendizagens*. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2020.

HADJI, C. *A avaliação – regras do jogo: das intenções aos instrumentos*. Portugal: Porto Editora, 1994.

HENNEMANN, V. *Equações Polinomiais de até quarto grau: O limite das soluções gerais por radicais*. Porto Alegre: Universidade Federal de Santa Maria, 2021.

HOLGATO, H. S. *Da solubilidade por meio de radicais à métodos alternativos – Determinando às raízes polinomiais*. Catalão: Universidade Federal de Goiás, 2016.

INEP - Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. *Press Kit SAEB 2019*. Brasília: INEP, 2019.

IMBERNÓN, Francisco. *Formação docente e profissional: formar-se para a mudança e a incerteza*. São Paulo: Cortez, 2010.

INOSTROZA, M. G.; GONZÁLEZ, M. P. *Construcción cognitiva de la raíz cuadrada*. Montevideu: Sociedad de Educación Matemática Uruguay, 2013. Disponível em: <https://funes.uniandes.edu.co/funes-documentos/construccion-cognitiva-de-la-raiz-cuadrada/>. Acesso em: 13 ago. 2024.

INSTITUTO PAULO MONTENEGRO. *Indicadores de alfabetismo funcional: um retrato da educação brasileira a partir do nível de letramento da população*. São Paulo: IPM, 2021. Disponível em: <https://www.ipm.org.br>. Acesso em: 22 maio 2025.

KAUNZNER, W. R. K. *Christoff Rudolff aus Jauer in Schlesien: zum 500. Geburtstag eines bedeutenden Cossisten und Arithmetikers*. [S.l.]: Polygon-Verlag, 2006.

KOMAR, M. F. C. *A modelagem matemática no processo de ensino e aprendizagem da matemática no ensino fundamental: ações e interações*. Guarapuava: Universidade Estadual do Centro-Oeste, 2017.

JANUÁRIO, G. *Análise de livro didático e a prática pedagógica do professor que ensina matemática*. Horizontes – Revista de Educação, São Paulo, 2018. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/horizontes/article/view/8353>. Acesso em: 13 ago. 2024.

LEONTIEV, A. N. *O desenvolvimento do psiquismo*. Lisboa: Livros Horizonte, 1978.
———. *Actividad, conciencia y personalidad*. Havana: Pueblo y Educación, 1983.
———. *Uma contribuição à teoria do desenvolvimento da psique infantil*. São Paulo: Ícone, 2006.

LIMA, E. D. *Resolução de equações por radicais: um apanhado histórico e alguns métodos complementares*. Guarapuava: Universidade Estadual do Oeste do Paraná, 2021.

LIMA, L. A. M. *Produtos notáveis com materiais manipuláveis*. Belém: Universidade do Estado do Pará, 2022.

LORENZATO, S. *O ensino dos conteúdos de matemática*. Campinas: Autores Associados, 2006.

LOPES, A. M. *O ensino de radicais por atividades*. Belém: Universidade do Estado do Pará, 2015.

LOURO, G. L. *Gênero, sexualidade e educação: uma perspectiva pós-estruturalista*. 6. ed. Petrópolis: Vozes, 1997.

LUCKESI, C. C. *Filosofia da educação*. São Paulo: Cortez, 1994.

MAIA, J. *Uma análise da linguagem utilizada em livros didáticos de matemática do ensino médio*. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2016.

MACIEL, D. M. *A avaliação no processo de ensino-aprendizagem de matemática no ensino médio: uma abordagem formativa sociocognitivista*. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 2003.

MAJONI NETO, J. *Um estudo sobre raízes de equações no ensino básico: aplicando teorias numéricas através de planilhas eletrônicas*. Vitória: Universidade Federal do Espírito Santo, 2021.

MELO, A. J. F. *O ensino de potências e raízes com a calculadora: uma experiência investigativa em sala de aula*. São Paulo: Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2008.

MELO, M. C. P. *A resolução de problemas: uma metodologia ativa no ensino de matemática para a construção dos conteúdos de potenciação e radiciação*. Curitiba: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2020.

MENDONÇA, M. C. *Resolução de problemas pede (re)formulação*. Lisboa: APM, 1999.

MICROSOFT CORPORATION. *Microsoft Math Solver* [software]. Disponível em: <https://math.microsoft.com>. Acesso em: 13 ago. 2024.

MOL, R. S. *Introdução à história da matemática*. Belo Horizonte: CAED/UFMG, 2013.

MORGAN, C. *Word, definitions and concepts in discourses of mathematics teaching and learning*. EUA: Language and Education, 2005.

MORGAN, C.; CRAIG, T.; SCHUETTE, M.; WAGNER, D. *Language and communication in mathematics education*. EUA: Springer, 2014.

MÜLLER, I. *Tendências atuais de educação matemática*. Londrina: UNOPAR Científica, 2000.

NETO, E. R. G. C. *O livro didático e as teorias pedagógicas*. HOLOS, [s.l.], 2015. Disponível em: <https://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/2602>. Acesso em: 15 jun. 2023.

NEVES, C. D.; PEROVANO, A. P. *Livros didáticos nas aulas de matemática*. Ponta Grossa: Atena, 2020.

NÓVOA, A. *Professores: imagens do futuro presente*. 2. ed. Lisboa: Educa, 2009.

NUÑEZ, I. B.; PACHECO, O. G. *La formación de conceptos: una perspectiva desde la teoría de la actividad*. Natal: EDUFRN, 1997.

OCDE. *Education in Brazil: an international perspective*. Paris: OECD Publishing, 2020. Disponível em: <https://www.oecd.org>. Acesso em: 22 maio 2025.

OLIVEIRA, C. N. C.; FUGITA, F. *Geração Alpha matemática: ensino fundamental – 8º ano*. São Paulo: Edições SM, 2023.

OLIVEIRA-FORMOSINHO, J. *Professores reflexivos em uma escola reflexiva*. Porto Alegre: Penso, 2021.

OPENAI. Respostas geradas pelo modelo ChatGPT (GPT-4 ou GPT-5), com base em inteligência artificial. 2025. Disponível em: [\[https://chat.openai.com/\]\(https://chat.openai.com/\)](https://chat.openai.com/). Acesso em: 13 jan. 2026.

PAIS, L. C. *Didática da matemática*. 2. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2002.

PATARO, P. M.; BALESTRI, R. *Matemática essencial – 9º ano*. São Paulo: Scipione, 2022.

PIAGET, J. *The origins of intelligence in children*. New York: W. W. Norton, 1952. Disponível em: <https://doi.org/10.1037/11494-000>. Acesso em: 13 ago. 2024.

PINHEIRO, G. S.; DARSIE, M. M. P.; LOPES, T. B. Peirce, Saussure e Duval. *Areté: Revista Digital del Doctorado en Educación*, 2024.

POMMER, W. M. *A engenharia didática em sala de aula*. São Paulo: Tabs, 2013.

POZO, J. I. et al. *A solução de problemas*. Porto Alegre: Artmed, 1998.

SÁ, P. F. *Os problemas envolvendo as quatro operações e a unidade de pensamento linear*. Natal: Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2003.

———. *A resolução de problemas como objetivo nas aulas de matemática*. Belém: Trilhas, 2005.

———. *A resolução de problemas como processo nas aulas de matemática*. Belém: REMATEC, 2006.

———. *Atividades para o ensino de matemática no nível fundamental*. Belém: EDUEPA, 2009.

———. *As atividades experimentais no ensino de matemática*. Belém: REMATEC, 2020.

VYGOTSKY, L. S. *Mind in society*. Cambridge: Harvard University Press, 1978.

———. *A formação social da mente*. 7. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

———. *The instrumental method in psychology*. Armonk: Sharpe, 1981.

———. *Pensamiento y palabra*. Madrid: Visor, 1993.

ZABALA, A. *A prática educativa: como educar*. Porto Alegre: Penso, 2014.

APÊNDICES

APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE) PARA OS RESPONSÁVEIS LEGAIS



**UNIVERSIDADE DO ESTADO DO PARÁ CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS E EDUCAÇÃO
DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA, ESTATÍSTICA E INFORMÁTICA PROGRAMA DE
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DA MATEMÁTICA**

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Caro _____ professor(a),
Você está sendo convidado (a) a avaliar uma Sequência Didática (SD) com questões de aprofundamento sobre radicais. Nosso objetivo é criar uma alternativa metodológica que facilite o processo de ensino aprendizagem de radicais na educação básica. A validação da SD é de fundamental importância para conclusão de nossa pesquisa de mestrado, já que pretendemos disponibiliza-la para outros professores de matemática que queiram utilizar metodologias dinâmicas e interativas em suas aulas. Sua participação/contribuição será ler e avaliar por escrito as atividades sugeridas na Sequência Didática, indicando se você utilizaria para trabalhar o ensino de radicais com o uso do software Microsoft Math Solver e principalmente emitindo sugestões sobre a sequência didática adaptada com o software. Sua opinião criteriosa será muito importante para a validação de nosso trabalho.

Por questões éticas, em nenhum momento você será identificado. Os resultados da pesquisa serão publicados e ainda assim sua identidade será preservada. Você não terá gasto ou ganho financeiro por participar na pesquisa. Não há riscos. Os benefícios serão de natureza acadêmica gerando um estudo científico dos resultados obtidos pela pesquisa. Você é livre para decidir colaborará com a pesquisa sem nenhum prejuízo ou coação. Uma via original deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido ficará com você. Qualquer dúvida a respeito do trabalho você poderá entrar em contato com Walber do Carmo Farias, responsável pela pesquisa e aluno do Mestrado Profissional em Ensino de Matemática do Centro de Ciências Sociais e Educação (CCSE) da Universidade do Estado do Pará (UEPA), Tv. Djalma Dutra s/n.Telégrafo. Belém-Pará- CEP: 66113-010. Fone (91)984345793 ou e-mail do walber2013ba@gmail.com

_____, _____ de _____ de 2024.

Assinatura do Professor

APÊNDICE E: QUESTIONÁRIO PARA DOCENTES DE MATEMÁTICA

 UNIVERSIDADE DO ESTADO DO PARÁ CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS E EDUCAÇÃO DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA, ESTATÍSTICA E INFORMÁTICA PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DA MATEMÁTICA	
Prezados (as) professores (as), Estamos desenvolvendo uma pesquisa, a fim de gerar dados acerca dos docentes de matemática, com a finalidade de elaborar produtos educacionais que possam ajudar no ensino mais dinâmico de matemática na educação básica. Para a efetivação da referida pesquisa, é importante sua participação ao responder às questões a seguir. Ressalto que sua identificação será preservada e que as informações serão utilizadas para fins acadêmicos.	
1- Sexo: ☐ Masculino ☐ Feminino ☐ Outro: _____	
2 – Faixa Etária: ☐ 15 a 20 anos ☐ 21 a 25 anos ☐ 26 a 30 anos ☐ 31 a 35 anos ☐ 36 a 40 anos ☐ 41 a 45 anos ☐ 46 a 50 anos ☐ 51 a 55 anos ☐ 56 a 60 anos ☐ 61 a 65 anos ☐ 66 a 70 anos	
3- Escolaridade: (Informe sua maior titulação) ☐ Superior ☐ Especialização ☐ Mestrado em andamento ☐ Doutorado	
4- Tempo de serviço como professor de Matemática ☐ Menos de um ano ☐ 1-5 anos ☐ 6-10 anos ☐ 11-15 anos ☐ 16-20 anos ☐ 21-25 anos ☐ 26-30 anos ☐ 31-35 anos ☐ Mais de 35 anos	
5- Como você costuma iniciar suas aulas de matemática? ☐ Pelo conceito seguido de exemplos e exercícios; ☐ Com uma situação problema para depois introduzir o assunto; ☐ Com a criação de um modelo para situação e em seguida analisando o modelo; ☐ Com jogos para depois sistematizar os conceitos; ☐ Outro: _____	
6– Do que você mais sente falta quando ministra suas aulas de matemática? ☐ Formação inicial sólida; ☐ Domínio de classe; ☐ Compreensão dos conceitos matemáticos; ☐ Formação continuada; ☐ Outro: Metodologias diferenciadas de ensino; ☐ Recursos didáticos e pedagógicos; ☐ Outro: _____	
7- Você seleciona os conteúdos de matemática a partir de que? ☐ Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN; ☐ Livro Didático; ☐ Caderno de Orientações da Rede de ensino.; ☐ Base Nacional Comum Curricular – BNCC; ☐ Outros: _____	
8- Quais as principais formas de avaliação que você costuma aplicar/ utilizar? (Marque mais de uma opção, se necessário) ☐ Prova oral; ☐ Prova escrita; ☐ Autoavaliação; ☐ Trabalhos em grupo ou individuais; ☐ Produções no caderno; ☐ Outro: _____	
9- Para fixar o conteúdo ministrado, você costuma? ☐ Apresentar uma lista de exercícios para serem resolvidos; ☐ Apresentar jogos envolvendo o assunto; ☐ Mandar resolver os exercícios do livro didático; ☐ Não propor questões de fixação; ☐ Propõe a resolução de questões por meio de softwares ☐ Outro: _____	
10- A rede de ensino onde você atua oferece formação continuada? ☐ Não oferece ☐ Oferece raramente ☐ Oferece frequentemente ☐ Sempre	

11- Quando a rede de ensino onde você trabalha, ou ainda outras instituições, ofertam curso de formação continuada você:			
☐ Não participa	☐ Participa poucas vezes	☐ Participa muitas vezes	☐ Sempre
12- Você considera a matemática uma disciplina difícil de ser ensinada?			
		☐ Sim	☐ Não

13- Seus alunos gostam de matemática? ☐ Todos ☐ A maioria ☐ A minoria ☐ Nenhum
14- Quais as maiores dificuldades dos seus alunos nas aulas de matemática? (você pode marcar mais de uma alternativa, caso necessário) ☐ Compreensão dos conceitos/idéias ☐ Compreensão das regras ☐ Resolução dos problemas ☐ Realizar cálculo ☐ Outro: _____
15- Qual o bloco de conteúdos da matemática você considera mais importante nas suas aulas? ☐ Números e operações ☐ Grandezas e medidas ☐ Espaço e forma ☐ Tratamento das informações
16- Justifique sua resposta. _____
17-Questões da sequência didática Esta sequência será avaliada pelos professores e depois os professores responderão perguntas no segundo questionário dos professores ATIVIDADE 01 Título: A Radiciação Parte I Objetivo: Raiz quadrada Material: Roteiro da atividade, lápis ou caneta e smartphone com memória suficiente para usar o aplicativo Microsoft Math Solver Procedimento: Nas questões abaixo, use o aplicativo se for necessário para respondê-las. 1) Qual é o número positivo que elevado ao quadrado é igual a 4? _____ 2) Qual é o número positivo que elevado ao quadrado é igual a 25? _____ 3) Qual é o número positivo que elevado ao quadrado é igual a 49? _____ 4) Qual é o número positivo que elevado ao quadrado é igual a 64? _____ 5) Qual é o número positivo que elevado ao quadrado dá 100? _____ A pergunta: Qual é o número positivo que elevado ao quadrado dá 25? É equivalente a seguinte pergunta: Qual é a raiz quadrada de 25? 6) Qual a raiz quadrada de 4? _____ 7) Qual a raiz quadrada de 25? _____ 8) Qual a raiz quadrada de 49? _____ 9) Qual a raiz quadrada de 64? _____ 10) Qual a raiz quadrada de 100? _____ 11) Qual a raiz quadrada de 1? _____ 12) Qual a raiz quadrada de 0? _____ O Que é raiz a quadrada de um número? A pergunta: Qual a raiz quadrada de 25? É representada simbolicamente por $\sqrt{25}$. Calcule: 13) $\sqrt{4} =$ 14) $\sqrt{9} =$

15) $\sqrt{16} =$

16) $\sqrt{25} =$

17) $\sqrt{36} =$

18) $\sqrt{49} =$

19) $\sqrt{64} =$

20) $\sqrt{100} =$

21) $\sqrt{121} =$

22) $\sqrt{144} =$

23) $\sqrt{169} =$

24) $\sqrt{196} =$

25) $\sqrt{0} =$

26) $\sqrt{1} =$

27) $\sqrt{225} =$

28) $\sqrt{400} =$

A Atividade 01 tem plenas condições de ser aplicada em sala de aula do 9º ano do ensino fundamental.

- ☐ Concordo plenamente
- ☐ Concordo em parte
- ☐ discordo

18-Questões da sequencia didática

ATIVIDADE 02

Título: A Radiciação Parte II

Objetivo: Raiz cúbica

Material: Roteiro da atividade, lápis ou caneta e smartphone com memória suficiente para usar o aplicativo Microsoft Math Solver

Procedimento:

Nas questões abaixo, use o aplicativo se for necessário para respondê-las.

1) Qual o número positivo que elevado ao cubo dá 8? _____

2) Qual o número positivo que elevado ao cubo dá 27? _____

3) Qual o número positivo que elevado ao cubo dá 1? _____

4) Qual o número positivo que elevado ao cubo dá zero? _____

5) Qual o número positivo que elevado ao cubo dá 81? _____

6) Qual o número positivo que elevado ao cubo dá 1000? _____

A pergunta: Qual o número elevado ao cubo dá 27? É equivalente a seguinte pergunta: Qual é a raiz cúbica de 27?

7) Qual é a raiz cúbica de 27? _____

8) Qual é a raiz cúbica de 8? _____

9) Qual é a raiz cúbica de 81? _____

10) Qual é a raiz cúbica de 1? _____

11) Qual é a raiz cúbica de 0? _____

12) Qual é a raiz cúbica de 1000? _____

13) Qual é a raiz cúbica de 64? _____

O que é raiz cúbica de um número? -

A pergunta: Qual é a raiz cúbica de 27? É representada por $\sqrt[3]{27}$.

Calcule:

14) $\sqrt[3]{8} =$

15) $\sqrt[3]{27} =$

16) $\sqrt[3]{0} =$

17) $\sqrt[3]{64} =$

18) $\sqrt[3]{81} =$

19) $\sqrt[3]{1} =$

20) $\sqrt[3]{1000} =$

21) $\sqrt[3]{125} =$

A Atividade 02 tem plenas condições de ser aplicada em sala de aula do 9º ano do ensino fundamental.

- ☐ Concordo plenamente
- ☐ Concordo em parte
- ☐ discordo

19-Questões da sequência didática

ATIVIDADE 03

Título: A Radiciação Parte III

Objetivo: Definição de radiciação

Material: Roteiro da atividade, lápis ou caneta e smartphone com memória suficiente para usar o aplicativo Microsoft Math Solver

Procedimento:

Nas questões abaixo, use o aplicativo se for necessário para respondê-las.

Responda:

01) Qual é a raiz quarta de 16? Justifique. _____

02) Qual é a raiz quinta de 32? Justifique. _____

03) Qual é a raiz sexta de 1? Justifique. _____

04) Qual é a raiz oitava de 0? Justifique. _____

05) O que é a raiz quarta de um número? _____

06) O que é a raiz sexta de um número? _____

07) O que é a raiz décima de um número? _____

Para calcular a raiz quadrada, cúbica, quarta, quinta, sexta, oitava, décima e assim por diante, usamos a _____ operação _____ RADICIAÇÃO. O _____ que _____ é radiciação? _____

A Atividade 03 tem plenas condições de ser aplicada em sala de aula do 9º ano do ensino fundamental. ☐ Concordo plenamente ☐ Concordo em parte ☐ discordo
20-Questões da sequência didática ATIVIDADE 04 Título: Radiciação e potenciação Objetivo: Relacionar radiciação e potenciação Material: Roteiro da atividade, lápis ou caneta Procedimento: Preencha os espaços a) $\sqrt{9} =$ _____ porque $3.3 = 9$ b) $\sqrt{16} =$ _____ porque $4.4 = 16$ c) $\sqrt{25} =$ _____ porque $5.5 = 25$ d) $\sqrt{36} = 6$ _____ porque _____ = _____ e) $\sqrt{49} = 7$ _____ porque _____ = _____ f) $\sqrt{64} =$ _____ porque _____ = _____ g) $\sqrt[3]{8} =$ _____ porque $2.2.2 = 8$ h) $\sqrt[3]{27} =$ _____ porque $3.3.3 = 27$ i) $\sqrt[3]{64} = 4$ _____ porque _____ = _____ j) $\sqrt[3]{125} =$ _____ porque _____ = _____ k) $\sqrt[4]{16} =$ _____ porque $2.2.2.2 =$ _____ l) $\sqrt[4]{81} =$ 3 _____ porque _____ = _____ m) $\sqrt[5]{32} =$ _____ porque $2.2.2.2.2 =$ _____ Observação:
A Atividade 04 tem plenas condições de ser aplicada em sala de aula do 9º ano do ensino fundamental. ☐ Concordo plenamente ☐ Concordo em parte ☐ discordo
21-Questões da sequência didática

ATIVIDADE 05**Título:** Propriedade fundamental dos radicais**Objetivo:** Descobrir a relação entre a potenciação de expoente fracionário e a radiciação**Material:** Roteiro da atividade, lápis ou caneta**Procedimento:** Preencha os espaços

$$\begin{array}{llll}
 1) 2^{\frac{1}{2}} \cdot 2^{\frac{1}{2}} & = & 2^{\frac{1}{2}+\frac{1}{2}} & = 2^1 \quad \text{então } \sqrt{2} \\
 2) 5^{\frac{1}{2}} \cdot 5^{\frac{1}{2}} & = & \underline{\hspace{2cm}} & = \underline{\hspace{2cm}} \quad \text{então } \sqrt{5} \\
 3) 8^{\frac{1}{2}} \cdot 8^{\frac{1}{2}} & = & \underline{\hspace{2cm}} & = \underline{\hspace{2cm}} \quad \text{então } \sqrt{8} \\
 4) 4^{\frac{1}{2}} \cdot 4^{\frac{1}{2}} \cdot 4^{\frac{1}{2}} & = & \underline{\hspace{2cm}} & = 4^1 \quad \text{então } \underline{\hspace{2cm}} \\
 5) 6^{\frac{1}{3}} \cdot 6^{\frac{1}{3}} \cdot 6^{\frac{1}{3}} & = & 6^{\frac{1}{3}+\frac{1}{3}+\frac{1}{3}} & = \underline{\hspace{2cm}} \quad \text{então } \sqrt[3]{6} \\
 6) 7^{\frac{1}{3}} \cdot 7^{\frac{1}{3}} \cdot 7^{\frac{1}{3}} & = & \underline{\hspace{2cm}} & = \underline{\hspace{2cm}} \quad \text{então } \underline{\hspace{2cm}} \\
 7) 3^{\frac{1}{4}} \cdot 3^{\frac{1}{4}} \cdot 3^{\frac{1}{4}} \cdot 3^{\frac{1}{4}} & = & 3^{\frac{1}{4}+\frac{1}{4}+\frac{1}{4}+\frac{1}{4}} & = 3^1 \quad \text{então } \sqrt[4]{3} \\
 8) 9^{\frac{1}{4}} \cdot 9^{\frac{1}{4}} \cdot 9^{\frac{1}{4}} \cdot 9^{\frac{1}{4}} & = & \underline{\hspace{2cm}} & = \underline{\hspace{2cm}} \quad \text{então } \sqrt[4]{9} \\
 9) 2^{\frac{1}{5}} \cdot 2^{\frac{1}{5}} \cdot 2^{\frac{1}{5}} \cdot 2^{\frac{1}{5}} \cdot 2^{\frac{1}{5}} & = & \underline{\hspace{2cm}} & = \underline{\hspace{2cm}} \quad \text{então } \underline{\hspace{2cm}} \\
 10) 8^{\frac{1}{6}} \cdot 8^{\frac{1}{6}} \cdot 8^{\frac{1}{6}} \cdot 8^{\frac{1}{6}} \cdot 8^{\frac{1}{6}} \cdot 8^{\frac{1}{6}} & = & \underline{\hspace{2cm}} & = \underline{\hspace{2cm}} \quad \text{então } \underline{\hspace{2cm}} \\
 11) 6^{\frac{1}{7}} \cdot 6^{\frac{1}{7}} \cdot 6^{\frac{1}{7}} \cdot 6^{\frac{1}{7}} \cdot 6^{\frac{1}{7}} \cdot 6^{\frac{1}{7}} \cdot 6^{\frac{1}{7}} & = & 6^{\frac{1}{7}+\frac{1}{7}+\frac{1}{7}+\frac{1}{7}+\frac{1}{7}+\frac{1}{7}+\frac{1}{7}} & = \underline{\hspace{2cm}} \quad \text{então } \sqrt[7]{6} \\
 12) 3^{\frac{1}{7}} \cdot 3^{\frac{1}{7}} \cdot 3^{\frac{1}{7}} \cdot 3^{\frac{1}{7}} \cdot 3^{\frac{1}{7}} \cdot 3^{\frac{1}{7}} \cdot 3^{\frac{1}{7}} & = & \underline{\hspace{2cm}} & = 3^1 \quad \text{então } \underline{\hspace{2cm}}
 \end{array}$$

Observação:

Conclusão:

A Atividade 05 tem plenas condições de ser aplicada em sala de aula do 9º ano do ensino fundamental.

- ☐ Concordo plenamente
- ☐ Concordo em parte
- ☐ discordo

22-Questões da sequência didática**ATIVIDADE 06****Título:** Radical de índice par**Objetivo:** Descobrir uma relação entre os radicais que tem a base do radicando elevada a um índice par.**Material:** Roteiro de atividade, lápis ou caneta e um celular com o software instalado previamente.**Procedimento:** Calcule os radicais seguintes:

$$\begin{array}{ll}
 1) \sqrt{3^2} = & 11) \sqrt[6]{12^6} = \\
 2) \sqrt{(-3)^2} = & 12) \sqrt[6]{(-12)^6} = \\
 3) \sqrt{5^2} = & 13) \sqrt[8]{14^8} = \\
 4) \sqrt{(-5)^2} = & 14) \sqrt[8]{(-14)^8} =
 \end{array}$$

- | | |
|---------------------------|-------------------------------|
| 5) $\sqrt[4]{6^4} =$ | 15) $\sqrt[8]{16^8} =$ |
| 6) $\sqrt[4]{(-6)^4} =$ | 16) $\sqrt[8]{(-16)^8} =$ |
| 7) $\sqrt[4]{8^4} =$ | 17) $\sqrt[10]{17^{10}} =$ |
| 8) $\sqrt[4]{(-8)^4} =$ | 18) $\sqrt[10]{(-17)^{10}} =$ |
| 9) $\sqrt[6]{11^6} =$ | 19) $\sqrt[10]{20^{10}} =$ |
| 10) $\sqrt[6]{(-11)^6} =$ | 20) $\sqrt[10]{(-20)^{10}} =$ |

Qual a relação encontrada? Explique.

A Atividade 06 tem plenas condições de ser aplicada em sala de aula do 9º ano do ensino fundamental.

- ☐ Concordo plenamente
- ☐ Concordo em parte
- ☐ discordo

23-Questões da sequência didática

ATIVIDADE 07

Título: Radical de índice ímpar

Objetivo: Descobrir uma relação entre os radicais que tem a base do radicando elevada ao índice quando o índice é ímpar.

Material: Roteiro de atividade, lápis ou caneta, celular com aplicativo Microsoft Math Solver instalado.

Procedimento:

Calcule os radicais seguintes:

- | | |
|--------------------------|-------------------------------|
| 1) $\sqrt[3]{2^3} =$ | 11) $\sqrt[7]{10^7} =$ |
| 2) $\sqrt[3]{(-2)^3} =$ | 12) $\sqrt[7]{(-10)^7} =$ |
| 3) $\sqrt[3]{4^3} =$ | 13) $\sqrt[9]{11^9} =$ |
| 4) $\sqrt[3]{(-4)^3} =$ | 14) $\sqrt[9]{(-11)^9} =$ |
| 5) $\sqrt[5]{6^5} =$ | 15) $\sqrt[9]{15^9} =$ |
| 6) $\sqrt[5]{(-6)^5} =$ | 16) $\sqrt[9]{(-15)^9} =$ |
| 7) $\sqrt[5]{8^5} =$ | 17) $\sqrt[11]{16^{11}} =$ |
| 8) $\sqrt[5]{(-8)^5} =$ | 18) $\sqrt[11]{(-16)^{11}} =$ |
| 9) $\sqrt[7]{9^7} =$ | 19) $\sqrt[11]{20^{11}} =$ |
| 10) $\sqrt[7]{(-9)^7} =$ | 20) $\sqrt[11]{(-20)^{11}} =$ |

A Atividade 07 tem plenas condições de ser aplicada em sala de aula do 9º ano do ensino fundamental.

- ☐ Concordo plenamente
- ☐ Concordo em parte
- ☐ discordo

24-Questões da sequência didática

ATIVIDADE 08

Título: Radicais semelhantes

Objetivo: Introduzir o conceito de radicais semelhantes

Material: Roteiro de atividade, lápis ou caneta

Procedimento:

Observe os radicais a seguir e agrupe os radicais que possuem índices e radicandos iguais

$3\sqrt{4}$, $3\sqrt{4}$, $2\sqrt[5]{2}$, $4\sqrt[3]{7}$, $\sqrt[7]{3}$, $5\sqrt{a}$
 $-2\sqrt[3]{7}$, $\sqrt[5]{2}$, $\sqrt{4}$, $3\sqrt{a}$, $5\sqrt{4}$, $7\sqrt[5]{2}$
 $9\sqrt{4}$, $12\sqrt{a}$, $\sqrt[3]{7}$, $8\sqrt[3]{7}$, $-8\sqrt[5]{2}$, $4\sqrt[3]{4}$
 $\sqrt[3]{4}$, $\frac{1}{5}\sqrt{4}$, $11\sqrt[5]{2}$, $\frac{2}{3}\sqrt[3]{4}$, $\frac{5}{3}\sqrt[7]{3}$, $a\sqrt{a}$
 $14\sqrt[7]{3}$, $6\sqrt[3]{4}$, $7\sqrt[3]{3}$, $-\sqrt{a}$, $a\sqrt[5]{2}$, $4\sqrt[7]{3}$
 $\sqrt{a}$, $\sqrt[3]{7}$, $-2\sqrt[3]{4}$, $3\sqrt[7]{3}$, $6\sqrt[3]{7}$, $-15\sqrt{4}$

Grupo 1: grupo radicais com $\sqrt{4}$

Grupo 2: grupo radicais com $\sqrt[3]{4}$

Grupo 3: grupo radicais com $\sqrt[5]{2}$

Grupo 4: grupo dos números radicais com $\sqrt[3]{7}$

Grupo 5: grupo dos números radicais com $\sqrt[7]{3}$

Grupo 6: grupo dos números radicais com $\sqrt{a}$

Os radicais que possuem índices e radicandos iguais são denominados de **RADICAIS SEMELHANTES**.

Dê dois exemplos de radicais semelhantes a $3\sqrt{6}$ _____

Quando dois ou mais radicais são

semelhantes? _____

A Atividade 08 tem plenas condições de ser aplicada em sala de aula do 9º ano do ensino fundamental.

- ☐ Concordo plenamente
- ☐ Concordo em parte
- ☐ discordo

25-Questões da sequência didática

ATIVIDADE 09

Título: Adição de radicais

Objetivo: Descobrir uma relação entre a adição de radicais semelhantes

Material: Roteiro de atividade, lápis ou caneta, celular com aplicativo Microsoft Math Solver instalado

Procedimento: Efetue as operações seguintes e se for preciso use o aplicativo:

1) $\sqrt{2} + 3\sqrt{2} =$

2) $\sqrt{5} + 3\sqrt{5} =$

3) $\sqrt{13} + \sqrt{13} =$

4) $4\sqrt{2} - \sqrt{2} =$

5) $7\sqrt[3]{11} - 4\sqrt[3]{11} =$

6) $8\sqrt[5]{7} + 6\sqrt[5]{7} =$

7) $5\sqrt{10} - 2\sqrt{10} =$

8) $2\sqrt{2} + 4\sqrt{2} =$

9) $3x\sqrt{2} + 9x\sqrt{2} - 6x\sqrt{2} =$

10) $2\sqrt{x} + 3\sqrt{x} - 2\sqrt{x} - \sqrt{x} =$

Descubra uma maneira mais rápida de obter o resultado.

Conclusão:

A Atividade 09 tem plenas condições de ser aplicada em sala de aula do 9º ano do ensino fundamental.

- ☐ Concordo plenamente
- ☐ Concordo em parte
- ☐ discordo

26- Questões da sequência didática

ATIVIDADE 10

Título: Raiz da soma

Objetivo: Descobrir uma relação entre a raiz da soma e a soma das raízes

Material: Roteiro de atividade, lápis ou caneta, celular com aplicativo Microsoft Math Solver instalado.

Procedimento: Preencha o quadro abaixo.

Valores	$\sqrt{a+b}$	$\sqrt{a} + \sqrt{b}$
a=4 e b=2		
a=4 e b= 4		
a=4 e b=6		
a=4 e b= 9		
a=3 e b= 9		
a=12 e b=4		
a=16 e b =9		
a=16 e b=25		
a=9 e b=36		
a=49 e b=0		

Observação: _____

Conclusão: _____

A Atividade 10 tem plenas condições de ser aplicada em sala de aula do 9º ano do ensino fundamental.

- ☐ Concordo plenamente
- ☐ Concordo em parte
- ☐ discordo

27- Questões da sequência didática

ATIVIDADE 11

Título: Raiz da diferença

Objetivo: Descobrir uma relação entre a raiz da diferença e a diferença das raízes

Material: Roteiro de atividade, lápis ou caneta, calculadora

Procedimento: Preencha o quadro abaixo

Valores	$\sqrt{a - b}$	$\sqrt{a} - \sqrt{b}$
a=4 e b= 2		
a= 4 e b=3		
a=5 e b= 1		
a=6 e b=3		
a=7 e b=3		
a=7 e b=4		
a=9 e b=8		
a=16 e b=9		
a=25 e b=9		
a=36 e b=0		

Observação: _____

Conclusão: _____

A Atividade 11 tem plenas condições de ser aplicada em sala de aula do 9º ano do ensino fundamental.

- ☐ Concordo plenamente
- ☐ Concordo em parte
- ☐ discordo

28- Questões da sequência didática

ATIVIDADE 12

Título: Produto de radicais de mesmo índice

Objetivo: Descobrir uma maneira prática de multiplicar radicais de mesmo índice

Material: Roteiro da atividade, lápis ou caneta e celular com aplicativo Microsoft Math Solver instalado.

Procedimento:

Escreva os produtos como um único radical

1) $\sqrt{5} \cdot \sqrt{6} =$

2) $\sqrt{6} \cdot \sqrt{3} =$

3) $\sqrt{7} \cdot \sqrt{2} =$

4) $\sqrt{10} \cdot \sqrt{5} =$

5) $\sqrt{11} \cdot \sqrt{2} =$

6) $\sqrt{3} \cdot \sqrt{8} =$

7) $\sqrt{6} \cdot \sqrt{7} =$

8) $\sqrt{8} \cdot \sqrt{9} =$

9) $\sqrt{5} \cdot \sqrt{8} =$

10) $\sqrt[n]{a} \cdot \sqrt[n]{b} =$

Descubra uma maneira mais rápida de obter o resultado sem o uso do aplicativo

Conclusão: _____

A Atividade 12 tem plenas condições de ser aplicada em sala de aula do 9º ano do ensino fundamental.

- ☐ Concordo plenamente
- ☐ Concordo em parte
- ☐ discordo

29- Questões da sequência didática

ATIVIDADE 13

Título: Introdução de fatores no radical

Objetivo: Descobrir uma maneira prática de introduzir um fator num radical

Material: Roteiro de atividade, lápis ou caneta e celular com aplicativo Microsoft Math Solver instalado.

Procedimento: Introduza o fator no radical

1) $4\sqrt{2} =$

6) $4\sqrt[3]{7} =$

2) $5\sqrt{3} =$

7) $2\sqrt[4]{6} =$

3) $8\sqrt{5} =$

8) $5\sqrt[4]{3} =$

4) $2\sqrt[3]{5} =$

9) $a\sqrt[4]{2} =$

5) $7\sqrt[3]{2} =$

10) $a\sqrt[n]{b} =$

Descubra uma maneira de obter o resultado sem o uso do aplicativo

Conclusão: _____

A Atividade 13 tem plenas condições de ser aplicada em sala de aula do 9º ano do ensino fundamental.

- ☐ Concordo plenamente
- ☐ Concordo em parte
- ☐ discordo

30- Questões da sequência didática

ATIVIDADE 14

Título: Extração de fatores do radical

Objetivo: Descobrir uma maneira prática de extrair um ou mais fatores de um radical

Material: Roteiro de atividade, lápis ou caneta.

Procedimento: Retire o(s) fator(es) do radical

1) $\sqrt{3^3 \cdot 2} =$

2) $\sqrt{5^3 \cdot 2} =$

3) $\sqrt[3]{2^4 \cdot 5} =$

4) $\sqrt[3]{3^4 \cdot 2} =$

5) $\sqrt[3]{4^5 \cdot 7^3} =$

6) $\sqrt[4]{2^6 \cdot 5^3} =$

7) $\sqrt[4]{3^5 \cdot 7^4} =$

8) $\sqrt[5]{3^5 \cdot 2} =$

9) $\sqrt[5]{3^6 \cdot 11^5} =$

10) $\sqrt[5]{3^5 \cdot 11^6} =$

Descubra uma maneira mais rápida de obter o resultado sem usar o aplicativo

A Atividade 14 tem plenas condições de ser aplicada em sala de aula do 9º ano do ensino fundamental.

- ☐ Concordo plenamente
- ☐ Concordo em parte
- ☐ Discordo

31- Questões da sequência didática

ATIVIDADE 15

Título: Divisão de Radicais de mesmo índice

Objetivo: Descobrir uma maneira prática de dividir radicais de mesmo índice

Material: Roteiro de atividade, lápis ou caneta e celular com o aplicativo Microsoft Math Solver instalado.

Procedimento: Escreva as divisões como um único radical

1) $\frac{\sqrt{2}}{\sqrt{5}} =$

6) $\frac{\sqrt{7}}{\sqrt{5}} =$

2) $\frac{\sqrt{2}}{\sqrt{7}} =$

7) $\frac{\sqrt{8}}{\sqrt{5}} =$

3) $\frac{\sqrt{2}}{\sqrt{8}} =$

8) $\frac{\sqrt{13}}{\sqrt{2}} =$

4) $\frac{\sqrt{3}}{\sqrt{6}} =$

9) $\frac{\sqrt{11}}{\sqrt{3}} =$

5) $\frac{\sqrt{3}}{\sqrt{7}} =$

10) $\frac{\sqrt{a}}{\sqrt{b}} =$

Descubra uma maneira mais rápida de obter o resultado sem o uso do aplicativo.

Conclusão: _____

A Atividade 15 tem plenas condições de ser aplicada em sala de aula do 9º ano do ensino fundamental.

- ☐ Concordo plenamente
- ☐ Concordo em parte
- ☐ Discordo

32- Questões da sequência didática

ATIVIDADE 16

Título: Raiz de radical

Objetivo: Descobrir uma maneira prática de calcular a raiz de um radical

Material: Roteiro de atividade, lápis ou caneta e celular com memória suficiente para rodar o aplicativo Microsoft Math Solver

Procedimento: Escreva as raízes de radicais na forma de um radical, caso julgue necessário, use o aplicativo

1) $\sqrt{\sqrt{5}} =$

6) $\sqrt[3]{\sqrt[2]{12}} =$

2) $\sqrt[3]{\sqrt{9}} =$

7) $\sqrt[6]{\sqrt[3]{7}} =$

3) $\sqrt[3]{\sqrt[3]{6}} =$

8) $\sqrt[3]{\sqrt[5]{4}} =$

4) $\sqrt[5]{\sqrt{8}} =$

9) $\sqrt[5]{\sqrt[4]{2}} =$

5) $\sqrt[4]{\sqrt[5]{2}} =$

10) $\sqrt[m]{\sqrt[n]{a}} =$

A Atividade 16 tem plenas condições de ser aplicada em sala de aula do 9º ano do ensino fundamental.

- ☐ Concordo plenamente
- ☐ Concordo em parte
- ☐ Discordo

ATIVIDADE 17

Título: Racionalização

Objetivo: Descobrir uma maneira de transformar frações com denominadores irracionais na forma de raiz quadrada em frações com denominadores racionais

Material: Roteiro de atividade, lápis ou caneta e celular com memória suficiente para rodar o aplicativo

Procedimento: Multiplique os termos de cada fração por um número que torne o denominador da fração um número racional.

1) $\frac{7}{\sqrt{2}} =$

2) $\frac{5}{\sqrt{3}} =$

3) $\frac{4}{\sqrt{8}} =$

4) $\frac{1}{\sqrt{5}} =$

5) $\frac{3}{\sqrt{6}} =$

6) $\frac{5}{\sqrt{5}} =$

7) $\frac{5}{\sqrt{6}} =$

8) $\frac{6}{2\sqrt{3}} =$

9) $\frac{3}{4\sqrt{5}} =$

10) $\frac{a}{\sqrt{b}} =$

Quando se transforma uma fração com denominador irracional numa fração com denominador racional realiza-se uma racionalização de fração

Observação: _____

Conclusão: _____

A Atividade 17 tem plenas condições de ser aplicada em sala de aula do 9º ano do ensino fundamental.

- ☐ Concordo plenamente
- ☐ Concordo em parte
- ☐ Discordo

32-Questões de aprofundamento de radicais

Vejamos agora as questões de aprofundamento que deverão ser resolvidas com o auxílio do software e que depois os professores deverão responder o questionário dos professores

1. Uma **soma de radicais simples** é uma expressão da forma $\sqrt{x} + \sqrt{y}$, com x e y denotando números racionais positivos.

(a) Transforme em soma de radicais simples o número $\sqrt{x + \sqrt{24}}$.

(b) Mostre que não é possível transformar em soma de radicais simples o número $\sqrt{2 + \sqrt{2}}$.

2. O valor de $(\sqrt{1 + \sqrt{1 + \sqrt{1}}})^4$:

3. O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) é uma medida usada para classificar os países pelo seu grau de desenvolvimento. Para seu cálculo, são levados em consideração a expectativa de vida ao nascer, tempo de escolaridade e renda per capita, entre outros. O menor valor deste índice é zero e o maior é um. Cinco países foram avaliados e obtiveram os seguintes índices de desenvolvimento humano:

O primeiro país recebeu um valor X , o segundo $\sqrt{X}$, o terceiro é $X^{\frac{1}{3}}$, o quarto X^2 e o último é X^3 . Nenhum desses países zerou ou atingiu o índice máximo.

Qual desses países obteve o maior IDH?

- a) O primeiro
- b) O segundo
- c) O terceiro
- d) O quarto
- e) O quinto

4. Se $(\sqrt{3})^{x+1} < 9$, então x é um número real tal que:

- a) $x < 4$
- b) $x > 3$
- c) $x > 4$
- d) $x < 3$

5. Dê o resultado da expressão a seguir:

$$\sqrt{4^5 + 4^5 + 4^5 + 4^5}$$

- a) 4
- b) 8
- c) 16
- d) 64
- e) 256

6. (CMRJ2018) A forma de potência mais simples do radical $\sqrt[3]{11^{29} \cdot \sqrt[4]{11^{28} \cdot \sqrt[5]{11^{27} \cdot \sqrt[6]{11^{26} \cdot \sqrt[7]{11^{25}}}}}}$:

- a) $11^{\frac{3509}{280}}$
- b) $11^{\frac{1131}{56}}$
- c) $11^{\frac{504}{125}}$
- d) $11^{\frac{27}{5}}$
- e) $11^{\frac{3}{56}}$

7. O resultado da seguinte expressão é: $(0^0 + 0^3 + \sqrt[3]{27^2})^{-1}$

- a) $\frac{1}{6}$
- b) $\frac{1}{9}$
- c) $\frac{1}{10}$
- d) $\frac{1}{11}$
- e) 9

08. Considere os números A e B tais que:

$$A = 2^{1001} + 4^{501} - 256^{125}$$

$$B = \frac{8^{0,666} + (0,25)^{\frac{-3}{2}} - (0,5)^{-\sqrt{9}+9^{0,5}}}{\left[\frac{1}{2 \cdot (0,2)^{-2} - \left(\sqrt[3]{10} \right)^0} \right]^{-0,5}}$$

Se $C = (5 \cdot A \cdot B)^{\frac{1}{2}}$, então C é igual a

- e) $20 \cdot 2^{296}$
- f) $10 \cdot 2^{499}$
- g) $25 \cdot 2^{500}$
- h) $40 \cdot 2^{492}$

09. Resolvendo a seguinte expressão:

$$(\sqrt[3]{2})^6 - (\sqrt{3} + 1) \times (\sqrt{3} - 1) + \sqrt[5]{243}, \text{ obtém-se, como resultado:}$$

- f) Um número irracional e positivo.
- g) Um número inteiro e negativo.
- h) Um número irracional e negativo
- i) Um número natural e não inteiro
- j) Um número inteiro e positivo.

10. Considerando as proposições I, II, III e IV a seguir:

$$\text{I- } \sqrt{58 + \sqrt{31 + \sqrt{21 + \sqrt{13 + \sqrt{7 + \sqrt{3 + \sqrt{1 + \sqrt{0}}}}}}} = 8$$

$$\text{II- } \sqrt[3]{2016} \cdot \sqrt[6]{162} = 6 \cdot \sqrt[6]{7}$$

$$\text{III- } \sqrt{50} - \sqrt{18} = 2\sqrt{2}$$

São verdadeiras:

- f) Nenhuma
- g) Apenas as proposições I e II
- h) Apenas as proposições II e III
- i) Apenas as proposições I e II
- j) Todas

11. Determine como verdadeiro (V) ou falso (F) as proposições a seguir. Depois assinale a opção que corresponde a sequência correta:

[I] se $x = \sqrt{3 - 2\sqrt{2}} - \sqrt{3 + 2\sqrt{2}}$, então x é número irracional

[II] se $\sqrt{7} - \sqrt{2} = \sqrt{A} - \sqrt{B}$, então $\frac{B-2}{A} = 6$

[III] Se $a \in \mathbb{R}^*$ e $y = (a \sqrt{a \sqrt{a}})^{-\frac{1}{2}}$, então $y = \frac{\sqrt[8]{a^7}}{a}$

- f) V-F-V
- g) F-V-F
- h) V-V-V
- i) V-F-F
- j) F-F-F

12. Quais dos números dados são negativos?

- a) $10 - 3\sqrt{11}$
- b) $3\sqrt{11} - 10$
- c) $18 - 5\sqrt{13}$
- d) $51 - 10\sqrt{26}$
- e) $10\sqrt{26} - 51$

13. O valor de

$$\frac{\sqrt[3]{-0,001} \cdot \sqrt{400}}{\sqrt{0,25}} - \frac{\sqrt{0,036}}{\sqrt{0,4}} - \frac{\sqrt{0,4}}{\sqrt{0,4}}$$

- f) -3,3
- g) -4,7
- h) -4,9
- i) -0,38
- j) -0,75

14. Se m é um número natural tal que $3^m = 81$, quanto vale m^3 ?

- a) 81^3
- b) 3^{81}
- c) 64
- d) 24
- e) 48

Tutorial Reduzido

Este material visa elucidar como ele deve proceder para resolver as questões usando o aplicativo Microsoft Math Solver.

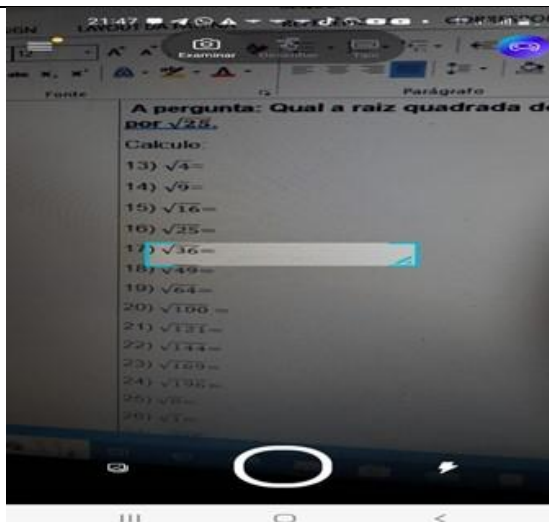
Existe três funções disponíveis no Microsoft Math Solver: Examinar, Desenhar e Tipo.

1) FUNÇÃO EXAMINAR

Para resolver questões da sequência didática usando a função examinar, procedemos da seguinte forma:

Acione a loja de aplicativos na Play Store e pesquise o nome: Microsoft Math Solver, em seguida instale o aplicativo e abra-o, conforme a imagem abaixo:

Imagem1-Captura de a questão pela função examinar

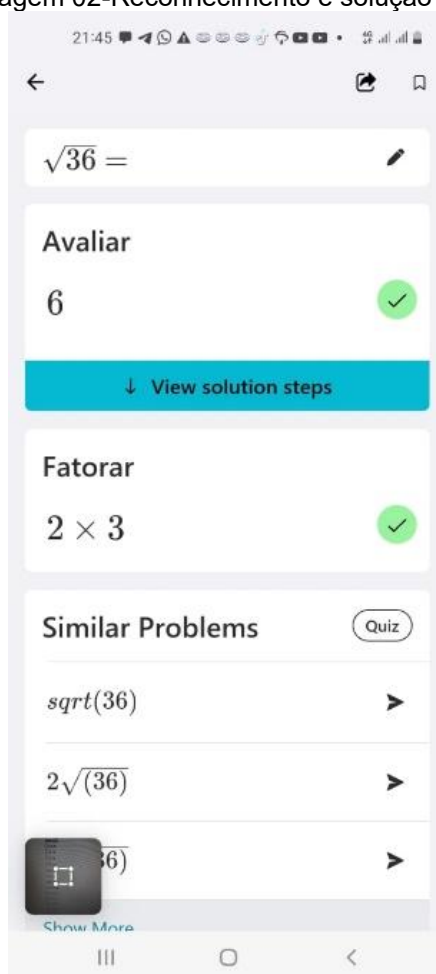


Fonte: Print da tela do smartphone do autor

O retângulo em branco no meio da imagem deve conter a expressão, função ou operação que se deve ser resolvida, conforme o exemplo acima.

Finalizando o primeiro exemplo apertamos o círculo em branco da Imagem 01 e isto gerará o reconhecimento e a solução passo a passo, conforme imagem 02 abaixo:

Imagem 02-Reconhecimento e solução passo a passo



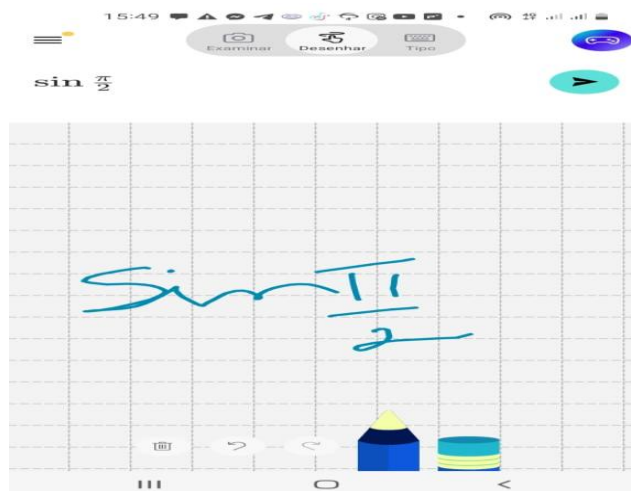
Fonte: Print da tela do smartphone do autor

2) DESENHAR

Para resolver questões da sequência didática usando a função desenhar, procedemos da seguinte forma:

Acione a loja de aplicativos na Play Store e pesquise o nome: Microsoft Math Solver, em seguida instale o aplicativo e abra-o, conforme a imagem 03, abaixo:

Imagem03-Função Seno e função Desenhar



Fonte: Print da tela do smathphone do autor

Após o escaneamento do desenho, temos o resultado abaixo:

Imagem04-Obtendo o resultado



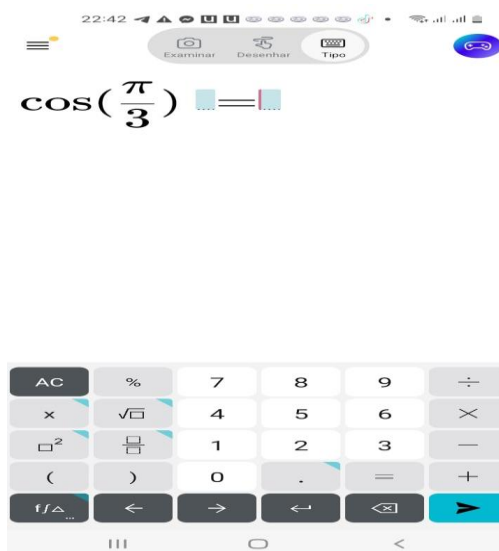
Fonte: Print da tela do smathphone do autor

3) FUNÇÃO TIPO

Para resolver questões da sequência didática usando a função Tipo, procedemos da seguinte forma:

Acione a loja de aplicativos na Play Store e pesquise o nome: Microsoft Math Solver, em seguida instale o aplicativo e abra-o, conforme a imagem 05, abaixo:

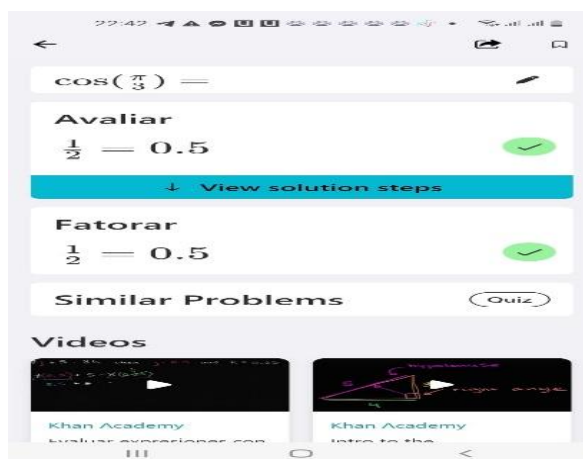
Imagem05-Função Tipo e Função cosseno



Fonte: Print da Tela do smathphone do autor

Após a detecção pela seta em azul da imagem05, obteremos o seguinte resultado:

Imagem06-Exibição do resultado



Fonte: Print da Tela do smartphone do autor

33- QUESTIONÁRIO PARA A AVALIAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA POR PROFESSORES

1.As atividades experimentais podem levar os estudantes ao entendimento satisfatório dos

conceitos de radicais?

- a) De nenhuma forma (0%)
- b) Pontualmente (25%)
- c) Em parte (50%)
- d) Na maioria das vezes (75%)
- e) Integralmente (100%)

Caso assinale (a), (b), (c) ou (d), qual a sua sugestão para melhorar estas atividades experimentais?

2.As atividades experimentais de conceituação e redescoberta na sequência didática aliados a possibilidade de uso do aplicativo Microsoft Math Solver podem promover um ensino aprendizagem dinâmico e atrativo de radicais?

- a) De nenhuma forma (0%)
- b) Pontualmente (25%)
- c) Em parte (50%)
- d) Na maioria das vezes (75%)
- e) Integralmente (100%)

Caso assinale (a), (b), (c) ou (d), qual a sua sugestão para melhorar estas atividades experimentais?

1.As atividades utilizadas sequência didática são atrativas e apresentam uma linguagem acessível ao nível cognitivo dos alunos?

- a) De nenhuma forma (0%)
- b) Pontualmente (25%)
- c) Em parte (50%)
- d) Na maioria das vezes (75%)
- e) Integralmente (100%)

Caso assinale (a), (b), (c) ou (d), qual a sua sugestão para melhorar estas atividades experimentais?

2.O aplicativo poderá ser atrativo e de fácil operacionalização pelo(a) aluno(a) e contribuem para realização das atividades da sequência didática?

- a) De nenhuma forma (0%)
- b) Pontualmente (25%)
- c) Em parte (50%)
- d) Na maioria das vezes (75%)
- e) Integralmente (100%)

Caso assinale (a), (b), (c) ou (d), qual a sua sugestão para melhorar estas atividades experimentais?

3.Na sua percepção, o conjunto de atividades que compõem a sequência didática está ordenado de modo a promover o ensino de radicais?

- a) De nenhuma forma (0%)
- b) Pontualmente (25%)
- c) Em parte (50%)
- d) Na maioria das vezes (75%)

e) Integralmente (100%)

Caso assinale (a), (b), (c) ou (d), qual a sua sugestão para melhorar estas atividades experimentais?

Avaliação Complementar

1. Na sua percepção estas atividades experimentais poderão motivar os alunos a estudarem o objeto matemático radicais?

a) De nenhuma forma (0%)

b) Pontualmente (25%)

c) Em parte (50%)

d) Na maioria das vezes (75%)

e) Integralmente (100%)

Caso assinale (a), (b), (c) ou (d), qual a sua sugestão para melhorar estas atividades experimentais?

2. Na sua percepção os símbolos usados nas atividades experimentais estão de acordo com o seu conhecimento sobre radicais?

a) De nenhuma forma (0%)

b) Pontualmente (25%)

c) Em parte (50%)

d) Na maioria das vezes (75%)

e) Integralmente (100%)

Caso assinale (a), (b), (c) ou (d), qual a sua sugestão para melhorar estas atividades experimentais?

3.As questões de aprofundamento estão compatíveis com radicais?

- a) De nenhuma forma (0%)
- b) Pontualmente (25%)
- c) Em parte (50%)
- d) Na maioria das vezes (75%)
- e) Integralmente (100%)

Caso assinale (a), (b), (c) ou (d), qual a sua sugestão para melhorar estas atividades experimentais?

Universidade do Estado do Pará Centro de Ciências
Sociais e Educação
Curso Mestrado Profissional em Ensino de Matemática
Trav. Djalma Dutra, nº 350 - Telégrafo Sem Fio
63113-010 Belém-PA www.uepa.br

